



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE  
Laboratori Nazionali di Frascati

# FRASCATI PHYSICS SERIES

*Italian Collection*



COMUNICARE  
FISICA.I2

**FRASCATI PHYSICS SERIES – Italian Collection**  
**Collana Scienza Aperta – Volume IV**

---

**ComunicareFisica2012**

---

ISBN - 978-88-86409780

La versione elettronica del volume è scaricabile da:

<http://www.lnf.infn.it/sis/frascatiseries/italiancollection/pre-download.php?fn=Volume4%2FCF2012.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

Realizzazione pagine web: Francesco Serafini, Debora Bifaretti

Copyright © 2014, by INFN Laboratori Nazionali di Frascati

SIDS – Ufficio Biblioteca e 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 forma, senza l'esplicito consenso del proprietario di copyright.*

# Comu- nicare Fi- sica 2012

*Comunicare Fisica 2012*

*Torino 8 - 12 ottobre 2012*

---





*ComunicareFisica2012*  
*Torino 8 - 12 ottobre 2012*

Comitato Esecutivo

*Rinaldo Baldini* (Centro Fermi)  
*Sergio Bertolucci* (CERN e INFN-LNF)  
*Elisabetta Durante* (Ugis e Il Sole 24ore)  
*Franco L. Fabbri* (INFN-LNF)  
*Mauro Francaviglia* (Univ. di Torino)  
*Stefano Fantoni* (SISSA)  
*Barbara Gallavotti* (Ugis)  
*Roberto Petronzio* (Univ. Tor Vergata)  
*Luciano Pietronero* (Univ. La Sapienza)  
*Sergio Ratti* (Univ. di Pavia)  
*Franco Romano* (Univ. di Bari)  
*Angelo Scribano* (Univ. di Pisa)  
*Amedeo Staiano* (INFN- Torino)  
*Andrea Vacchi* (Univ. di Trieste)

Comitato Organizzatore

*Stefano Bagnasco*  
*Vincenzo Barone*  
*Romeo Bassoli*  
*Mario Bertaina*  
*Simona Bortot*  
*Leonardo Castellani*  
*Marco Costa*  
*Centroscienza Onlus*  
*Andrea De Bortoli*  
*Carlo De Giacomi*  
*Franco Fabbri*  
*Lorenzo Fatibene*  
*Attilio Ferrari*  
*Mauro Francaviglia*  
*Felice Iazzi*  
*Marcella Lorenzi*  
*Daniela Marocchi*  
*Eleonora Monge*  
*Marco Monteno*  
*Enrico Predazzi*  
*Giuseppina Rinaudo*  
*Amedeo Staiano*  
*Alba Zanini*  
*Pino Zappalà*

## Indice

### *lunedì 8 ottobre*

Opening Session: raccontare la scoperta pag. 7

### *martedì 9 ottobre*

Sessione 1 Carta stampata: la divulgazione attraverso libri e riviste  
Sessione 2 Musei ed eventi speciali: la fisica in mostra pag. 47

### *mercoledì 10 ottobre*

La scuola: divulgazione e didattica pag. 81

### *giovedì 11 ottobre*

Sessione 1 I mass-media: fisica e informazione  
Sessione 2 Il web 2.0 e oltre: nuovi linguaggi pag. 183

### *venerdì 12 ottobre*

Fisica e Arte pag. 241

*Postfazione in Memoria di Mauro Francaviglia* pag. 274

# Prefazione

**C**omunicareFisica giunge nel 2012 per la sua quarta edizione a Torino, organizzata dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e con la collaborazione dei tre atenei piemontesi, Università di Torino, Università del Piemonte Orientale e Politecnico di Torino, con il patrocinio di Comune e Provincia di Torino, della Regione Piemonte e dell'Ufficio Scolastico Regionale del Piemonte, del Museo di Scienze Naturali di Torino (che sponsorizza e ospita l'incontro), e delle associazioni e fondazioni locali InfiniTo, CentroScienza, Agorà Scienza, e Museo A come Ambiente.

Questo appuntamento biennale, ideato nel 2005 presso i Laboratori Nazionali dell'Infn di Frascati, è nato per confrontare i diversi protagonisti della comunicazione nel campo delle scienze fisiche, ricercatori universitari e degli enti di ricerca, docenti delle scuole, organizzatori di eventi e musei, giornalisti scientifici e artisti, ovvero attori molto diversi tra loro per formazione e che utilizzano strumenti di comunicazione molto eterogenei e in rapida evoluzione. La comunicazione della scienza, in particolar modo delle cosiddette "hard sciences" tra le quali si colloca tradizionalmente la fisica, ha acquisito nel corso degli ultimi anni una importanza sempre più strategica, sollecitata da un lato dalla politica, che vede nello sviluppo delle scienze fondamentali uno dei pilastri di una società moderna in grado di competere con le sfide tecnologiche dei paesi più avanzati, e dall'altra dalla cosiddetta "società della conoscenza" che, grazie ai rapidi progressi delle forme della comunicazione, richiede nozioni e informazioni sempre più ampie e articolate. Questa "fame" di conoscenza e divulgazione dei risultati scientifici, deve ovviamente coniugarsi sempre con le opposte esigenze di efficacia e semplicità del messaggio, anche e soprattutto per i non addetti ai lavori, con la imprescindibile esattezza della comunicazione del fenomeno, che non può e non deve in nessun caso essere banalizzato o distorto. L'Infn persegue in varie forme questi obiettivi come "terza missione" della propria attività di ricerca fondamentale, e l'organizzazione periodica di questo convegno ne è testimonianza ed esempio.

In particolare, per questa edizione, il comitato organizzatore ha proposto di organizzare l'agenda intorno ad un tema che corre trasversalmente alle diverse metodologie utilizzate nella comunicazione della fisica, ovvero "il racconto della scoperta". Ed infatti non a caso è stata scelta come simbolo di questa edizione una immagine di Richard Feynman, premio Nobel per la fisica nel 1965. Quest'anno infatti ricorre il 50°



anniversario della pubblicazione di Quantum Electrodynamics, un'opera certamente fondamentale nella storia della scienza, scritta da un fisico che fu non solo un insigne scienziato ma anche un grandissimo divulgatore, e autore (tra gli altri) del famoso trattato *The Pleasure of Finding Things Out*. Piacere della scoperta e capacità di comunicarla sono quindi il filo rosso che unisce idealmente le diverse sessioni che sono state proposte nella edizione di *ComunicareFisica 2012*, ovvero divulgazione attraverso la carta stampata (sessione 1), musei, mostre ed eventi speciali (sessione 2), didattica e divulgazione nelle scuole (sessioni 3 e 4), mass media tradizionali (sessione 5), nuovi linguaggi del Web 2.0 (sessione 6) e infine Fisica e Arte (sessione 7). Nell'ambito di queste sessioni sono state presentate 82 comunicazioni, nell'arco delle cinque giornate, dal 8 al 12 ottobre 2012, con la partecipazione di un centinaio di iscritti all'evento.

Gli organizzatori ringraziano la Regione Piemonte e la direzione del Museo di Scienze Naturali per aver ospitato l'incontro nella propria sede, la Fondazione CRT, la Rad-Tech Srl e il CeSeDi della Provincia di Torino per il cofinanziamento dell'iniziativa, il Comune di Torino e l'Ufficio Scolastico Regionale del Piemonte per aver patrocinato l'iniziativa.

*AS e MF*

Agnella  
Bais  
Bianucci  
Cavallero  
Melli  
Genovese  
Peruzzi  
Predazzi  
Vittorio  
Catena

*8 ottobre 2012*

Opening Session: raccontare la scoperta

# Come e perché gli scienziati comunicano?

## IL CASO DEI FISICI IN ITALIA

### ABSTRACT

L'articolo propone alcuni risultati del progetto di ricerca "I fisici italiani e la comunicazione della scienza" che ha l'obiettivo di esplorare atteggiamenti, motivazioni, ostacoli e pratiche dei fisici italiani nel comunicare la scienza. I dati sono stati ottenuti attraverso due CAWI – Computer – Assisted Web Survey, condotte sulla comunità scientifica dei fisici italiani. Questo lavoro si inserisce all'interno di uno studio più ampio, che affronta, attraverso un nuovo approccio di ricerca, i temi di scienza e società dal punto di vista dei ricercatori.

### AUTORE/COAUTORI

Selena Agnella - Ph.D Candidate Università di Torino, Centro Interuniversitario Agorà Scienza; Sergio Scamuzzi – Professore Ordinario, Università di Torino; Andrea De Bortoli – Centro Interuniversitario Agorà Scienza; Alba L'Astorina, Loredana Cerbara, Adriana Valente, Sveva Avveduto – Comunicazione ed Educazione della Scienza, CNR.

### INTRODUZIONE

Gli studi che si occupano del rapporto tra Scienza e Società tradizionalmente ritengono che il principale elemento critico nel rapporto sia rappresentato dalla società. Esistono molti studi che periodicamente esplorano la percezione della scienza da parte del pubblico, al contrario sono molto rare e in Italia in pratica assenti, indagini sistematiche sulla percezione che lo scienziato ha del proprio ruolo di comunicatore. Nel gennaio 2011, la rivista scientifica di settore "Public Understanding of Science", ha dedicato un numero speciale alle attività di Public Engagement (PE) dei ricercatori, rilevando la necessità di dati e survey affidabili e comparabili sulle attività dei singoli e delle istituzioni di ricerca con l'obiettivo di monitorarne le pratiche<sup>1</sup>. Questa è esattamente la direzione intrapresa da questo progetto di ricerca<sup>2</sup>, il quale intende osservare atteggiamenti, motivazioni, ostacoli e pratiche dei fisici italiani nel comunicare la scienza, con l'ulteriore scopo di ricostruire lo stato dell'arte del rapporto della comunità scientifica con la società dal punto di vista dei ricercatori, colmando in tal modo un vuoto negli studi nazionali sulle attività di PE. Scienziati e centri di ricerca, sempre con maggiore frequenza sono i protagonisti del dibattito pubblico su scienza e tecnologia. Tra gli scienziati i fisici sono spesso chiamati in causa per discutere di nucleare, cambiamenti climatici, nanotecnologi..., sono una co-

1. Il progetto di ricerca si inserisce nella tradizione di studi conosciuti come *Science-Technology-Society studies* e l'indagine di riferimento sul tema è stata condotta dalla Royal Society [Royal Society, 2006]. Assumono, in questo contesto, una rilevanza significativa anche alcuni studi francesi che partono dalle relazioni annuali dei ricercatori per analizzare le pratiche di divulgazione e le attività di comunicazione della scienza dei ricercatori del CNRS [Jensen 2008, 2011]. In Italia, uno dei due studi condotti dal CNR sul tema ha sottolineato alcune importanti dimensioni della comunicazione pubblica della scienza, tra i quali l'interazione con pubblici e la rilevanza del contesto locale [Valente, 2011]. Il gruppo di ricerca del Centro Interuniversitario Agorà Scienza ha studiato nel corso del 2009 le attività di comunicazione della scienza nel contesto universitario piemontese.

2. Lo studio sui fisici italiani nasce nel 2011 da una collaborazione tra il Centro Interuniversitario Agorà Scienza e la Comessa ComeSe dell'IRPPS del CNR. In breve questo progetto si è trasformato in una fase pilota di uno studio più ampio su tutti i ricercatori italiani, il progetto di ricerca ISAAC - Italian Scientists multi-technique Auditing and Analysis on science Communication. ISAAC è un progetto biennale è portato avanti dall'Università degli Studi di Torino, e si avvale della collaborazione del dipartimento di Sociologia, dal Centro Interuniversitario Agorà Scienza, del CNR dell'INFN, dell'Ecole Normale Supérieure, con il patrocinio di CUN, INAF, CNR, INFN e il sostegno della Compagnia di San Paolo.

munità altamente strutturata, con una lunga storia e con un alto grado di popolarità per il pubblico italiano. La grande notorietà nasce probabilmente anche da alcuni famosi fisici italiani vincitori del prestigioso Premio Nobel, tra i quali Guglielmo Marconi (1909), Enrico Fermi (1938) e Carlo Rubbia (1984). Il riconoscimento scientifico più prestigioso al mondo è da sempre caratterizzato da una prepotente mediaticità che trasla il valore scientifico in popolarità e che ha portato la società italiana, e non solo, a riconoscere i fisici tra gli scienziati per “eccellenza”.

Dopo il recente scandalo sui “Neutrini più veloci della luce” e la grande scoperta scientifica del Bosone di Higgs, che hanno avuto un’ampia copertura mediatica da giornali e telegiornali, il fisico ha assunto una rinnovata fama che lo rende, l’interlocutore prediletto della società in materia di scienza e tecnologia, e, in quanto tale, chiamato sempre più spesso, a dare risposte e a dialogare con pubblici non esperti. Per tutti questi motivi i fisici sono stati scelti come comunità scientifica di riferimento su cui svolgere l’indagine e si sono dimostrati un utile caso di studio su cui testare il questionario e migliorarlo in vista di un’estensione del medesimo ai ricercatori di altre discipline.

### METODOLOGIA

I dati sono stati ottenuti attraverso una CAWI<sup>3</sup> somministrata all’intera popolazione di fisici dipendenti di università, politecnici e dei tre principali centri di ricerca nazionali, CNR, INFN e INAF. Per definire i quesiti specifici della ricerca è stata adottata una strategia bidimensionale: da un lato si sono tenuti in considerazione i principali fenomeni sociali e dall’altro è stata scelta una prospettiva chiara e definita, quella delle attività di comunicazione della scienza<sup>4</sup> in cui sondare questi fenomeni<sup>5</sup>. Seguono (i) alcuni estratti che descrivono lo stato dell’arte sulla comunicazione della scienza dei fisici in Italia e (ii) un breve confronto tra il punto di vista dei fisici italiani e quello dei cittadini.

### ANALISI E RISULTATI

I dati sono stati unificati per l’analisi bilanciando i vari sottoinsiemi con un opportuno sistema di pesi che consente il riporto delle stime all’universo di riferimento, considerando come universo l’intera comunità dei fisici italiani rappresentata dai quattro enti. Il numero complessivo d’intervistati raggiunge circa il 30% di copertura media complessiva della popolazione totale. La Figura 1 mostra il numero di fisici in Italia: quanti sono e quanti di loro hanno risposto al questionario<sup>6</sup>.

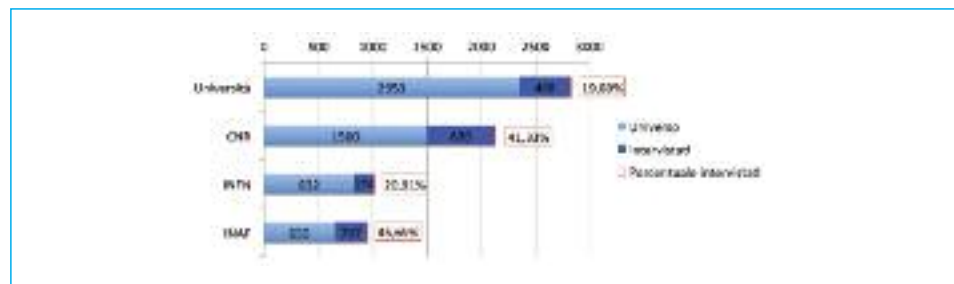


Figura 1 – descrizione universo e percentuale intervistati

3. CAWI (Computer Assisted Web Interview), questa tecnica si è dimostrata la più idonea e compatibile con la tipologia d’intervistati e le risorse del progetto: economica sia in termini d’investimenti necessari, sia di tempi di somministrazione; e familiare per i ricercatori, persone con un altissimo livello di istruzione e ben socializzati alla tecnologia e a internet.

4. In questo contesto di ricerca, per “attività di comunicazione della scienza” si intende un processo a bidirezionale, che coinvolge, da un lato, la scienza (ricercatori che lavorano nelle università e nei centri di ricerca) e, dall’altro lato, la società (studenti, insegnanti, pubblico in generale, i responsabili politici, imprese private, media, giornalisti, musei...) Le attività di comunicazione includono: attività di PE, di formazione, attività sui media, dialogo diretto con il pubblico, ecc. In questa presentazione “comunicazione della scienza” si riferisce a tutte le attività che prevedono un’interazione tra scienza e società nei termini più ampi possibili.

5. Sono stati individuati quattro fenomeni investigabili: a. dimensione etica (sfera dei valori e responsabilità sociale degli scienziati nelle pratiche di comunicazione); b. rappresentazioni sociali (percezione e rappresentazione della scienza, del ruolo dello scienziato e della comunicazione della scienza); c. pratiche di comunicazione (attitudine, formazione, attività svolte); d. dimensione sociodemografica (volte a misurare perlopiù l’effetto delle variabili generazione e genere sui quattro fenomeni prima identificati).

6. La distribuzione delle principali caratteristiche sociodemografiche degli intervistati, genere, età, distribuzione geografica, settore disciplinare e la qualifica sono in linea con la stessa distribuzione dell’intera popolazione; i dati descrivono quindi abbastanza bene la situazione italiana.

Quasi l'80% dei rispondenti dichiara di aver partecipato, nell'arco degli ultimi tre anni ad almeno un'attività di comunicazione della scienza. Questo dato conferma un limite, per altro ampiamente preannunciato, di forte autoselezione degli intervistati, aspetto ineliminabile se si considera la modalità di somministrazione usata, che non ha previsto la realizzazione di un campione statisticamente rappresentativo.

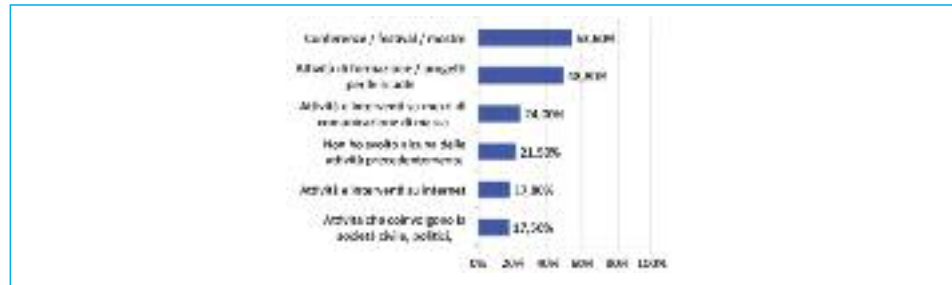


Figura 2: Tipologie di attività – domanda a risposta multipla

7. Notare lo scarso utilizzo, a fini comunicativi, del mezzo internet, da parte di una comunità molto socializzata al computer, al web, all'interazione e la lavoro a distanza.
8. Il 56% dei fisici intervistati partecipa e organizza attività di outreach senza finanziamenti specifici, il 36% riceve solo in parte finanziamenti e solo il 6,9% riesce a ottenere il completo finanziamento delle attività che organizza.
9. Il 43% dei finanziamenti proviene dal MIUR, il 42,8% da enti locali e il 26% da bandi interni all'ente. In seconda battuta le risorse arrivano dal settore privato: fondazioni bancarie (19,2%), fondazioni private (18,8%) e sponsor commerciali (17,7%). In terza battuta dall'Unione Europea: fase di disseminazione di un Progetto Europeo (19,2%) e della partecipazione a un Progetto Europeo del programma Capacities sui temi Scienza e Società (17,7%); e infine una piccolissima percentuale proviene dal contributo del pubblico pagante (10%).
10. La maggior parte degli intervistati afferma che per parlare di scienza a un pubblico non specialistico è necessario curare il linguaggio, usare termini semplici, aneddoti, metafore e altri espedienti linguistici. Il 63% punta anche sull'interazione, cercando un dialogo con il proprio interlocutore attraverso domande o prediligendo canali interattivi di comunicazione. Il 38,6% si affida alle emozioni e per parlare di scienza racconta di uomini, di vita quotidiana, del lavoro del ricercatore proponendo testimonianze dirette. L'elevata frequenza di queste risposte ci permette di cogliere quanto una cospicua parte degli intervistati abbia una reale esperienza nelle attività di comunicazione e che si sia già confrontata con le difficoltà e le soddisfazioni che il dialogo con un pubblico non specialistico offre.

La Figura 2 sintetizza la tipologia di attività di comunicazione della scienza svolte da fisici italiani: i ricercatori intervistati sono in prima linea nel comunicare con il mondo della scuola e con i cittadini, mentre tendono a trascurare il settore privato e la sfera politica. La modalità di comunicazione che prediligono è quella tradizionale che si avvale di progetti di formazione, eventi puntuali di vario tipo, come mostre, giornate porte aperte, conferenze. I ricercatori hanno, inoltre, un ottimo rapporto con i media tradizionali e con il mondo dell'editoria, meno buono con il web<sup>7</sup> e con modalità di dialogo diretto con la società civile e il mondo imprenditoriale e politico.

I fisici italiani sono coinvolti in queste attività con gradi di responsabilità e ruoli differenti: il 47,8% come organizzatore, l'85% come partecipante e il 67,04% come spettatore.

Queste attività sono realizzate senza finanziamenti dedicati<sup>8</sup>, e la partecipazione degli stessi ricercatori avviene principalmente su base volontaria (83%). La provenienza dei finanziamenti<sup>9</sup>, che sostengono la realizzazione delle attività di comunicazione dei fisici italiani, è principalmente legata al settore pubblico.

La comunità scientifica dei fisici, a fronte di una notevole produttività, non ha una formazione specifica per la comunicazione della scienza, solo il 4,4% ha frequentato corsi di formazione ad hoc e il 2,7% ha partecipato a sessioni sulla comunicazione della scienza nell'ambito di convegni; mentre l'82% di coloro che non si sono formati in questo ambito, affermano che sarebbe utile farlo e solo il 10,6% non ritiene che a un ricercatore possa servire una formazione specifica legata alla comunicazione.

Nonostante una limitata formazione specifica, i fisici italiani dimostrano molta attenzione verso l'uso consapevole del linguaggio e di espedienti comunicativi e si mostrano consapevoli dell'importanza che la cura dell'intero processo comunicativo ha nell'interazione tra scienziato e non esperto<sup>10</sup>.

Mossi dall'interesse, nel fare comunicazione, i ricercatori segnalano il bisogno di un maggiore riconoscimento di queste attività all'interno della loro stessa comunità e degli enti in cui lavorano. Affermano, infatti, che: I) gli enti non investono a sufficienza per organizzare la loro comunicazione (36,80%), II) non vi è alcun interesse reale della comunità

verso le attività di comunicazione (35,70%) e III) le carriere non beneficiano in alcun modo dell'impegno in attività di comunicazione della scienza (34,90%). Pertanto la comunità scientifica e gli enti di ricerca dovrebbero valutare meglio e avere una maggior considerazione di questo tipo di attività, tanto sottovalutate e potenzialmente virtuose. Per concludere si propone un confronto tra i dati dell'Eurobarometro Scienza e Tecnologia 2010 con i dati della CAWI presentata su due questioni: gli scienziati si impegnano abbastanza nella comunicazione della scienza? Chi sono i più qualificati per presentare l'impatto dello sviluppo di scienza e tecnologia alla società? Più della metà degli europei (di cui 52% italiani)<sup>11</sup> ritiene che gli scienziati non s'impegnino a sufficienza per informare il pubblico sugli sviluppi della scienza e della tecnologia. La stessa domanda è stata rivolta ai fisici intervistati e la risposta è stata la stessa: per il 79% di loro gli scienziati non si impegnano abbastanza.

Per quanto riguarda il secondo quesito, la Figura 3 illustra la risposta dei fisici italiani relativamente a chi siano i più qualificati per spiegare l'impatto di scienza e tecnologia alla società, tra scienziati, medici, associazioni, organizzazioni di consumatori, scrittori giornalisti e intellettuali, politici e l'industria.



Figura 3. Focus sui fisici italiani – Domanda a risposta multipla

Who is the best qualified to explain the impact of S&T developments on society?

In accordo con due europei su tre, il 93,7% dei fisici ritiene che gli scienziati siano i più qualificati<sup>12</sup>. Si evidenzia quindi un forte accordo tra il punto di vista degli scienziati e quello dei cittadini: i ricercatori non s'impegnano a sufficienza nell'informare il pubblico, pur essendo considerati, e considerandosi, i più qualificati per offrire una corretta comunicazione della scienza. La domanda di conoscenza scientifica è in costante aumento e i ricercatori sembrano consapevoli di non fare abbastanza.

In conclusione non è possibile trascurare le motivazioni: perché gli scienziati comunicano? Il 55,70% degli intervistati è coinvolto in attività di comunicazione della scienza per fornire gli strumenti con cui i cittadini possano farsi delle opinioni, il 44,30% per favorire un clima sociale in cui la scienza possa progredire, il 43,50% per fornire ai cittadini gli strumenti necessari per valutare le politiche della ricerca scientifica, il 36,60% ritiene che sia una responsabilità sociale degli istituti di ricerca e dei ricercatori e infine il 15,30% afferma che si tratta di un'attività interessante e gratificante.

Queste motivazioni sembrano riassumere la definizione della "dichiarazione d'intenti" che prende il nome di "terza missione dell'Università", in cui, idealmente, le attività di

11. Dati Eurobarometer, *Science and Technology report*, European Commission, 2010.

12. È interessante notare il ruolo e la responsabilità che i ricercatori attribuiscono anche ai giornalisti e specialisti della comunicazione, aspetto che non è possibile approfondire in questa sede.

comunicazione e di PE rappresentano una sorta di processo a due vie, alimentato da interazione e ascolto, con l'obiettivo di generare vantaggi reciproci e incoraggiare gli attori di questo processo a prendere parte al dibattito pubblico su scienza e tecnologia. Anche solo attraverso i pochi dati mostrati in questa sede, la comunità scientifica dei fisici italiani si connota come molto attenta al dialogo con la società e consapevole del proprio ruolo sociale, quasi il 24% dei fisici, infatti, si è dimostrato attivo, motivato, collaborativo e in molti casi anche interessato a conoscere i risultati stessi dello studio. I fisici italiani sembrano desiderare un clima sociale favorevole, una moderna "Società della Conoscenza", fertile per lo sviluppo di scienza e tecnologia, in cui l'opinione pubblica abbia i mezzi per scegliere e discutere le politiche della ricerca scientifica e la comunità scientifica si sia presa carico delle sue responsabilità, anche in termini di comunicazione della scienza. Sembra chiaro che per i fisici, la scienza rappresenti un bene pubblico e, che, pertanto, conoscere il loro punto di vista e gli sforzi compiuti dagli stessi sia importante per valorizzare il lavoro svolto e sensibilizzare ancora di più la comunità scientifica al dialogo con la società.

---

### **Bibliografia**

- Centro Interuniversitario Agorà Scienza, Scamuzzi, S. e De Bortoli, A. (a cura di), *Come cambia la comunicazione della scienza. Nuovi media e terza missione dell'università*, Bologna, Il Mulino, 2012.
- Valente, A., *Sharing science: researchers' ideas and practices of public communication*, Scienza Express, 2011.
- Bucci, M. and Trench, B. (edited by), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*, London-New York, Routledge, 2008.
- Jensen, P., et al., *Scientists who engage with society perform better academically*, in «Science and Public Policy», 35(7), 2008, pages 527-541.
- Bauer, M. et al., *What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda*, in «Public Understanding of Science», 16, 2007, 79-95.
- Poliakoff, E. and Webb, T. L., *What factors predict scientists' intentions to participate in Public Engagement of Science Activities?*, in «Science Communication», 29, 2007, 242-263
- Royal Society and Wellcome Trust, *Survey of factors affecting science communication by scientists and engineers*, The Royal Society, 2006





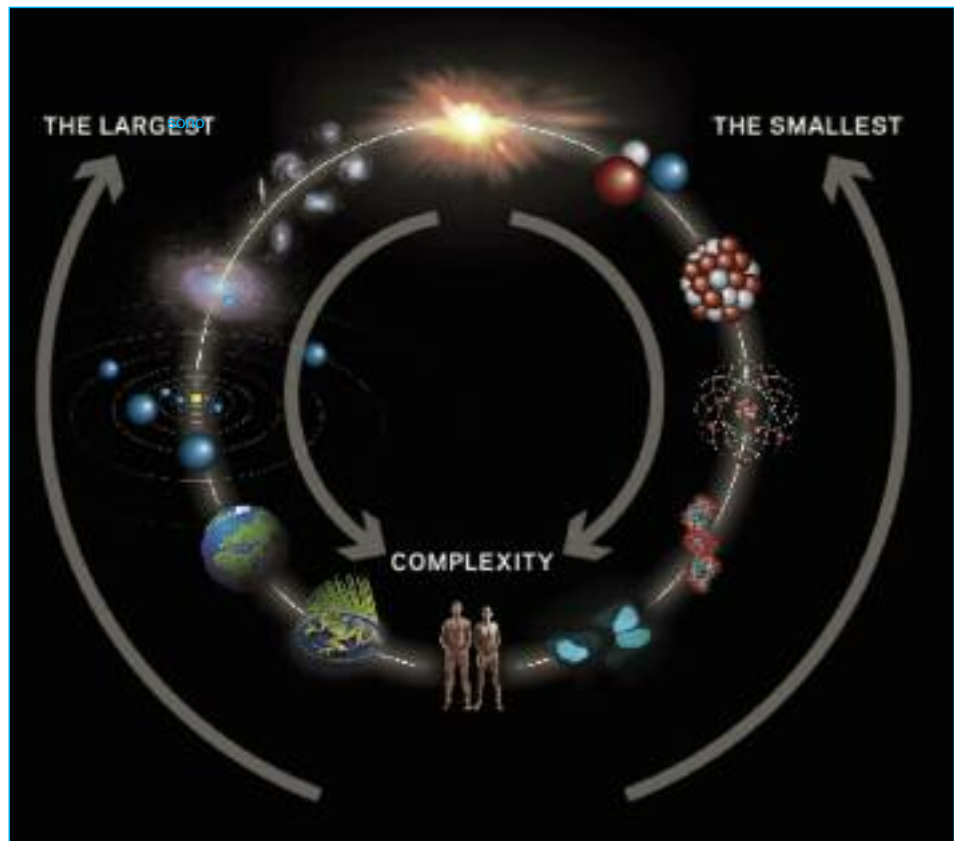
di Sander Bais

Institute for Theoretical  
Physics, University  
of Amsterdam  
Santa Fe Institute  
for complexity

# *One nature, one science*

THIS CONTRIBUTION IS BASED ON A CHAPTER FROM  
MY BOOK IN PRAISE OF SCIENCE (MIT PRESS), WHICH  
APPEARED IN ITALIAN AS ELOGIO DELLA SCIENZA  
(EDIZIONI DEDALO)

In communicating science to a general public or for that matter to bright kids, it is good to start by imagining what their frame of reference is, and from there develop your idea on what and how to present things. A crucial aspect in this quest for communication is besides enthusiasm and humor, the careful choice and development of imagery. A picture says more than a thousand words and what it says sticks much better to the mind. We even remember images that we do not understand.



In the book *In Praise of Science: curiosity, understanding and progress*, I used the particular image shown above over and over again, which I call the circle of the sciences, because it puts the hierarchical structure of nature and therefore of the sciences on a circle. I use it as a template on which I put overlays that elucidate vastly different aspects of nature and our knowledge about it. At the bottom in the center we see our selves as the pinnacle of complexity at least in the local neighborhood of our universe. Our inquisitive minds wandered from there to the left where we go outward to ever-largerscales ending with the visible universe as a whole. It is a slow process because along with our insights we have to develop the technologies that enable us to see beyond the human scale. We can only observe the outposts of our universe with the most advanced space observatories like the Hubble telescope. Going to the right in the circle we are inward bound and descend to ever smaller structures ending with the most elementary forms of matter and radiation – quarks, neutrinos, W-bosons and what not - as we observe them at accelerators such as the Large Hadron Collider at CERN.

One might have thought that plotting the ever larger and ever smaller scales on a circle one might run into singularity, a maximal discrepancy, but this is in fact not the case. The point on top symbolizes a “cosmic shortcut” where the largest and the smallest scales meet. The apparent contradiction is resolved if one realizes that the circle does not just represent the spatial hierarchy we found in nature but also the temporal hierarchy, i.e. the order in which those structures were formed. The arrows down represent evolution not just of life but also the evolution of complexity in the dead matter preceding it. So that is why the circle of sciences turns out to be a wonderful compact representation of many different aspects of science, it allows us to talk about the structures themselves, the scientific disciplines that study them, the major turning points in our thinking about nature, but also their history and interconnectedness. It allows you to teach science from an integrated perspective, not emphasizing the differences but the unity of nature and what we know about it. This I have done this for about ten years in an integrated science course together with an astrophysicist (left arrow up), a particle physicist (right arrow up) and a Darwinian (left arrow down) as well as genetic biologist (right arrow down). It featured in the first semester of the freshman year of a broad bachelor programs at the University of Amsterdam. The goal was not so much to teach them hard skills but rather to provide an overall perspective and motivation for the natural sciences. But it has been the backbone of other courses as well, for high school students, for people from business and also for policymakers. In the following sections I focus on these unifying aspects of science providing us with a dynamic picture of nature that transcends our cultural, political, ethical, and religious backgrounds, leading mankind to the quest for understanding our ultimate origins and the complexity of life culminating in consciousness and the brain.

#### ONE NATURE, ONE SCIENCE

I have shown you with a multilayered view of the world around and inside us, based on the circle which in turn was inspired by the Ouroboros, the mythical snake that swallows its own tail and in antiquity symbolized the unity in nature. Keeping these layers in

mind, you might come to appreciate the thesis of this book: one nature, one science. The oneness becomes even more evident if you think of all the cross-links, not only between the layers, but also between the various subfields of science – a tremendous network, of which only a small part has been depicted in the figure.

The arrows indicate cross-fertilization between research fields, but there is more to them than that. The arrow between the nucleus and the human figure, for example, stands for MRI imaging, radio therapy, X-ray imaging and the use of radioactive tracers in the medical sciences. The interconnectedness of all these fields of science also makes the overall scientific worldview very robust. It means that you cannot just walk in and change something on one side, without taking into account what happens at the other end of the arrow. And as there are very many bidirectional arrows in the figure, that makes it hard to come up with an idea that will change the picture significantly. It is hard, but not impossible, and it depends on the abilities and commitment of the scientists involved. Being a scientist is not just a job, it is a way of life, some people say.



I would like to discuss two of the more illuminating connections. Firstly, the two arrows located at the top. That is where the Ouroboros bites his own tail and what I call the cosmic shortcut between the physics of the largest distances on the left side and that of the shortest distances on the right, culminating in the big bang itself. And this finally takes us to the explanation of why I did not draw a line instead of a circle, with ever-larger scales to the left and decreasing scales to the right, and ourselves happily in the

middle. Why the circle of science, and why does the Ouroboros bite its own tail? Well, imagine that we want to learn about what goes on in the most remote parts of the observable universe, and we aim our telescopes at the farthest things we can see. The signals we receive consist of light, X-rays or microwaves. These all travel at the speed of light, and because this is a finite velocity, they have been on their way for millions or even billions of years by the time they arrive at our observatories. That means that what we see now is actually the way the place looked billions of years ago! Exploring the boundaries of space is the same as exploring the boundaries of time.

Now if we combine this fact with the big bang theory, it tells us that if we would look further and further away, eventually we would end up with signals from the big bang itself. But that theory also tells us that the universe has been expanding all along. If we look back in time far enough, we look at the universe at a stage when it was a lot more contracted. Physics tells us that if matter is compressed in an ever-smaller volume, its temperature will rise – the inverse process of the cooling due to expansion. In the remote past, the universe must have been hotter. If we would go back in time, we would enter an era in which there were no living organisms, then an era in which there was no chemistry, no atoms, and eventually not even nuclei. So you see that the big bang is the endpoint of both our searches for the largest and for the smallest scales. And this explains why the circle closes in the big bang.

The two frontiers of fundamental science which at first seemed the furthest apart, lead to one and the same enigma, the origin of our universe. And indeed, discoveries in those two extreme realms of science affect each other. How beautiful and how surprising! Astronomical observations can teach us about the properties of the elementary particles that should exist. In recent times you may think of the discovery of previously unknown forms of energy and matter, called *dark matter* and *dark energy*. Astronomers say they have to be there, but they have not yet been identified in particle physics. And it works the other way around too: particle physics is able to provide detailed descriptions of mechanisms that explain the abundance of certain types of matter in the universe, or the effects of very early cosmic phase transitions such as *inflation*<sup>2</sup>. Indeed there is now a whole field of research called “astro-particle physics.” The exact point where two of the great theories of physics confront each other is where the Ouroboros swallows its own tail.

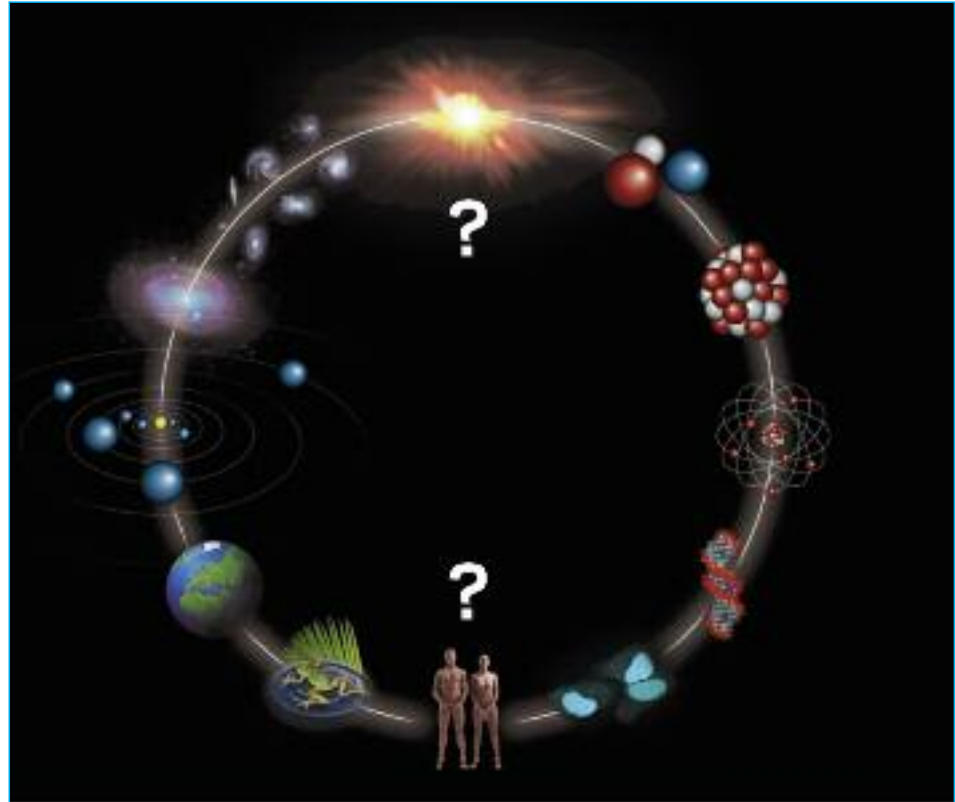
I will mention another splendid example of how different parts of our Ouroboros meet each other. You can see arrows leading down from the two sides to the bottom of the circle, reminding us of the two arrows pointing down indicating the frontier of complexity in an earlier overlay. The human figures in the middle represent the pinnacle of complexity to be found in our part of the universe – and therefore, in my view, the ultimate subject of study for the natural sciences. It is clear that complexity is to be found in both the macroscopic as the microscopic perspective.

This region of the Ouroboros stands for a very extensive frontier of knowledge that confronts the mystery of life in all its manifestations. On the left we have the classic disciplines like earth sciences, geology, and paleontology, culminating in Darwinian evolutionary biology. On the right we find the complementary molecular approach of molecular and cell biology. The downward arrows are pointing at us, inescapably leading to the ultimate question about understanding human nature and consciousness, understanding ourselves that is.

2. Inflation refers to a brief period in the very early universe when the universe presumably expanded exponentially fast.

Let us move on to look at the next overlay, where I delve somewhat deeper into these two ultimate questions presented by the Ouroboros.

#### ULTIMATE QUESTIONS



Now that we have looked at the Ouroboros from all sides, it appears that science is left with two profound challenges: the question of origin and the challenge of complexity. The origin question covers the questions of matter and the universe, as well as space and time, and the issue of complexity can be viewed as dealing with life and death, mind and soul, and ultimately the meaning of society. That may serve as an even stronger motivation to think about what these questions mean in science today.

The quest for the origin

So what is the big bang itself? My answer might come as an anticlimax: We don't know. I have told you that at the earliest conceivable instances, the density of energy and the temperature increase were without limit according to the big bang theory. This is simply a solution to Einstein's equations of General Relativity – the very same theory that also predicts another mind-blowing phenomenon, the existence of black holes! If you collect enough matter (or energy) in a small region of space, then a black hole will form. A black hole has a so-called horizon: nothing can escape from the interior of the black hole, i.e. the region within the horizon; the information about objects that fall in would be lost forever. We don't know anything about what happens inside the black hole, except that

there would be a point-like sink in which everything would disappear. You can see how this causes a dramatic problem within the theory of gravitation itself because at the very early stages of the cosmic history, all of our spacetime be filled with an extremely large energy density and would therefore become like a foam of black holes. But what this really means, is that the very notion of spacetime would break down at such scales, that is timescales smaller than  $10^{-42}$  seconds and distances smaller than  $10^{-35}$  meters. Indeed fascinating to see how theories somewhere know about their own downfall.

We might say that there is a curtain, beyond which our present-day physical theories somehow lose their validity. Questions about what goes on behind that curtain are unanswerable within the present framework. To answer such questions we need a new overarching framework, bridging the gap between the two pillars of modern physics: the General Theory of Relativity, describing the properties of spacetime, and quantum theory, describing the properties of matter at the most fundamental scales. That is not a modest ambition, and not surprisingly it has attracted many of the brightest minds. They have come up with a brilliant idea called string theory, but I should warn you that they are still struggling in the speculative domain. The key idea of this theory is that all fundamental particles, including those carrying the forces – like the photon for electromagnetism and the graviton for gravity – are different manifestations of one universal underlying dynamic entity, namely a tiny string. The different internal vibrational modes of the string correspond to the different particle types, and since the graviton is one of them, the strings necessarily describe the gravitational force. This is an entirely novel starting point for the description of all of physics. Now you may want to know whether the laws of particle physics and of General Relativity can be shown to follow from this perspective. The answer is certainly yes, but it is only a confirmation in principle, because nobody knows how the standard model of elementary particles exactly fits into string theory. And that makes it very hard to connect string theory with present-day observations. Still, you can probably imagine that such challenges – in which two fundamental theories clash, each of which has survived thousands of confrontations with a variety of experiments – are the most exciting for young ambitious scientists to explore. The crisis can only be overcome by an unusual dose of creative intellectual power, and the result may well be a new turning point, with unexpected consequences for the way we think about nature as a whole.

The challenge of complexity

The theory of evolution taught us to think of increasing complexity as the stages of some dynamical process, which can be governed by surprisingly simple rules. Variation and natural selection are probabilistic in the sense that new developments and changes happen by chance, and yet it is also deterministic, in the sense that it leads to a specific outcome. By modeling and studying specific subsystems in detail, we gain much insight into such processes.

As we now know, the macro-biological process of the evolution of species has a mirror image in the molecular domain; in the structure and evolution of our DNA. DNA is not only some kind of blueprint for life, it is also a beautiful book, or rather an entire library, in which the history of life on earth has been written down in painstaking detail. This is the greatest bestseller of all times, and we have only barely started to read it.

There are many phenomena we would like to learn more about: the origin of life, the origins of language, the understanding of memory and cognition. What are their detailed mechanisms at a cellular and even a basic chemical level? The wide gap between mind and matter has to be bridged. And so we see many new fields emerging, with intriguing names like psycho-chemistry, neuro-psychology, bio-informatics, ecology, population and other types of social dynamics, and astro-biology. They have come out of traditional disciplines, with their own cultural baggage and technical skills, meeting in the quest to understand life in all its astounding manifestations. These new fields have promising research agendas and they are able to grow rapidly because there are many new ways to collect detailed data – think for example of MRI scans of the brain – and powerful computational tools to analyze these data. There is even a certain danger that biology might drown in an overdose of data begging for an explanation.

Physics has taught us that the road from experimental facts to a valid theory can be extremely difficult and counterintuitive. Phenomena that at first appear as highly chaotic and erratic may still have a hidden mathematical description that is very simple, and therefore may in the end be more tractable than most of us anticipated. The first steps usually consist of trying to find correlations that are valid over an appreciable domain of the parameter space. These correlations may then be quantified in certain observed scaling laws that may have a broad validity. In the field of complexity, many so-called power laws<sup>3</sup> have been discovered, for example expressing the relationship between the energy-consumption of a living organism and its mass (where the scaling power happens to equal  $3/4$ ), or between city size and the number of patents, or for income distributions. The scaling laws that are found form a very compact way to represent large bodies of data, and they may give crucial hints about where possible explanations of the phenomena under study should be looked for. This may be a geometrical constraint or a hint at an underlying fractal structure (reflecting a kind of self-similarity of the phenomenon on different scales), or a particular type of stochastic process at work.

In economics there is a long tradition of sophisticated theory building, but the field used to suffer from the lack of a clear-cut body of reliable data. Lacking hard data researchers used to resort to theoretical assumptions, such as the rationality of consumers or a market equilibrium, which may or may not hold. It is hoped that in this digital era, with computers accurately keeping track of certain sub-areas such as the trading on financial markets, or consumer behavior, economics will become more experimentally and observationally driven. Newspapers are full of discoveries made by many of the new sciences, but these have not yet yielded any really fundamental breakthroughs. My belief is that new turning points will show up, but it may take more time than some of us expected. There are people who say that biology is so fundamentally different from physics that it is naïve, if not plain wrong, to expect similarly strong laws, for example because the field involves many forms of collective behavior. It has always been a matter of looking at seemingly intractable problems from the right angle, with the appropriate tools. After trying long enough, this generates the crucial insight. In fact, the field of chaos theory and nonlinear dynamics can serve as a nice example. When large scale computing became available, one could start investigating nonlinear systems that were impossible to solve analytically, and one learned that even simple systems could develop highly nontrivial

3. A power law states that a quantity  $y$  depends on another quantity  $x$  in a way given by the mathematical relation  $y = ax^\alpha$ , where  $a$  is a constant and  $\alpha$  the power. Recall that the inverse square laws for the electrical and gravitational forces are power laws with exponent  $\alpha = -2$



behavior known as deterministic chaos. It became the starting point of a new field of research, with important applications in numerous other fields such as ecology and economics

Biology concerns complicated networks whose structure and interactions are dependent on the evolutionary history of the organism. Therefore it would be highly improbable to find any universal causal mechanisms. I do not agree. Evolution is a way nature finds solutions to the very generic problems, and understanding the universal behavior of networks will be a key element in its explanation. A cell is a very complicated system indeed, in which very complicated networks of proteins perform innumerable tasks. To figure all this out will take a long time. But science is a longtime endeavor anyway, and biology is no exception in spite of the relatively fast progress due to powerful sequencing machines, MRI devices, and supercomputers. Let me end this subsection on complexity with a quote from the novel *Saturday* by Ian McEwan, in which the main character – a neurosurgeon – reflects on the future of neuroscience:

*For all recent advances, it's still not known how this well-protected one kilogram or so of cells actually encodes information, how it holds experiences, memories, dreams and intentions. He doesn't doubt that in years to come the coding mechanism will be known, though it might not be in his lifetime. Just like the digital codes of replicating life held within DNA, the brain's fundamental secret will be laid open one day. [...] Could it ever be explained how matter becomes conscious? He can't begin to imagine a satisfactory account, but he knows it will come, the secret will be revealed – over decades, as long as the scientists and the institutions remain in place, the explanations will refine themselves into an irrefutable truth about consciousness. [...] The journey will be completed. He is certain of it. That's the only kind of faith he has. There's grandeur in this view of life.*

Ian McEwan, 2005

Let's conclude our kaleidoscopic tour. The circle of the sciences, or the Ouroboros, the mythical snake that swallows its own tail, offered us a coherent view of the many levels at which we understand nature and how these levels connect. We have seen, that in order to understand the right-hand side of the Ouroboros, you have to understand the left-hand side; to understand the bottom, you have to understand the top.

There is only one nature, and as all its parts are connected, that implies that there is also only one science – a science slowly taking shape through the work of thousands of scientists spread out over the earth and in time. It is like putting a gigantic jigsaw puzzle together: at first one starts by just joining separate pieces into small islands, which are subsequently linked together to make bigger chunks, until every piece falls into place and we get a grand view of the whole.

This exemplifies what I like to call the cultural wealth of the natural sciences. The remarkable and sad fact that in our daily cultural life, and in particular in the media, this wealth is pretty much marginalized and ignored. Therefore it is our tasks to go out communicate this most humble and inspiring human message.

*immagini tratte da  
S. Bais, Keerpunten, Amsterdam  
University Press, 2009;  
trad. it., Elogio della scienza,  
Dedalo, Bari 2012*

# Raccontare la scoperta

## DAL LAMPO ALLA PENOMBRA E DALLA PENOMBRA ALLE LUCI DELLA RIBALTA

Sei punti facili” (pensando a Feynman, “Sei pezzi facili”, Adelphi).

- 1) Cos'è una notizia. È qualcosa che esce dalla norma, una trasgressione in senso lato, l'irrompere del nuovo nella routine. Il giornale è essenzialmente un diario delle trasgressioni. Anche la scoperta scientifica è una forma di trasgressione. E' l'ignoto che si rivela. Ma come?
- 2) Notizie di fisica, notizie di biologia. Le prime sembrano “fredde” perché riguardano le cose inanimate, le seconde “calde” perché riguardano gli organismi viventi. In realtà negli ultimi dieci anni spesso (non sempre) entrambe hanno un denominatore comune: la big science, quindi i grandi investimenti, quindi gli interessi politici. Ne sono esempi clamorosi l'annuncio del sequenziamento del genoma umano dato in diretta via satellite dal presidente americano Clinton e dal premier inglese Blair nel 2001 e l'annuncio della scoperta del bosone di Higgs il 4 luglio 2012 in streaming sul web da Ginevra in coincidenza con un convegno mondiale di fisica delle particelle in Australia.
- 3) Notizia puntiforme e notizia in sviluppo. Esempio del primo tipo: l'annuncio della realizzazione di un laser ultraveloce si esaurisce nell'articolo che lo presenta e descrive. Esempio del secondo tipo: i neutrini superluminali che poi alla verifica non risultano tali. In questo particolare caso di studio diventano importanti gli aspetti al contorno: la prima pubblicazione fu il frutto di una “soffiata” del fisico Antonino Zichichi al “il Giornale” diretto da Sallusti (rottura di embargo); la notizia sfuggita fu poi oggetto di una conferenza stampa del gruppo di ricerca che la gestì maldestramente; la conseguente spettacolarizzazione giornalistica ebbe terreno fertile; ciliagina sulla torta, il ministro della ricerca Mariastella Gelmini (Pdl), mal consigliata dal suo ufficio stampa, si attribuì il merito di aver finanziato un tunnel (ovviamente inesistente!) nel quale far passare i neutrini in partenza da Ginevra e in arrivo al Laboratorio del Gran Sasso, rendendo così possibile l'epocale “scoperta”. Risultato: l'intera vicenda finì nel ridicolo. Difficile valutare il danno di immagine – certo non piccolo – generato da questa serie di equivoci. Neppure la verifica sperimentale e la smentita sono riusciti a mitigare la perdita di credibilità della scienza. Sia il laser sia gli eventuali neutrini superluminali sono però notizie nelle quali la scienza si

- presenta come un “lampo” nella notte, come inattesa transizione dall’ignoranza alla conoscenza.
- 4) Notizia in progress: bosone di Higgs. Ipotizzato nel 1964, vagheggiato per decenni, oggetto predestinato di una macchina da 6 miliardi di euro appositamente costruita al Cern di Ginevra, spasmodicamente atteso e finalmente trovato nel 2012 dopo un annuncio titubante dato al Cern nel dicembre 2011 (determinato da ragioni di concorrenza con un centro di ricerca statunitense). La cautela nel proclamare la scoperta peraltro si è mantenuta anche dopo l’annuncio ed è ben visibile nel “Cern Courier” del settembre 2012.
  - 5) La scoperta, dunque, in alcuni casi, specie di big science, da lampo-rivelazione tende a diventare una graduale uscita dalla penombra. Anche il genoma umano, quando fu dato il primo annuncio, non era realmente del tutto sequenziato, e non lo è ancora neppure adesso in alcuni particolari.
  - 6) Due note sugli uffici stampa. Prima nota. La particella di Higgs, trattata con prudenza negli ambienti scientifici in attesa di ulteriori conferme indipendenti (si parla di una particella “like Higgs”, non “di Higgs”) è invece diventata oggetto di un vero e proprio show con Patrizio Roversi finanziato dall’Infn e organizzato dal suo ufficio stampa. Dalla penombra ai riflettori dello spettacolo di varietà. Seconda nota. Il numero dei giornalisti addetti agli uffici stampa in Italia è oggi tre volte più grande del numero dei giornalisti che fanno informazione indipendente sui giornali e nelle tv. Quindi ogni giornalista indipendente ha addosso la pressione di tre colleghi dediti più alla promozione che all’informazione. E’ una anomalia evidente. Tanto più che spesso chi agisce negli uffici stampa non ha alcuna esperienza dei meccanismi vigenti nei grandi mezzi di comunicazione e punta soltanto a “far uscire” la “sua” notizia.

Dopo i “sei pezzi facili”, qualche postilla sulla “diversità” della comunicazione della fisica nell’era della big science. Tralascio l’infortunio dei neutrini superluminali e mi concentro su Higgs. La particella di Higgs è speciale perché stiamo parlando di un bosone diverso dagli altri. Un bosone che, con il suo campo, conferisce la massa, e quindi in un certo senso l’esistenza, alle altre particelle. Questo fatto è stato tradotto in modo popolare con la definizione di “particella di Dio”, giornalmisticamente felicissima, ma fonte di equivoci. Ricordiamo che “La particella di Dio” è il titolo dell’edizione italiana di un fortunato libro del fisico americano premio Nobel Leon Lederman. La definizione para-teologica ha avuto una enorme fortuna nella comunicazione, ma è frutto di una doppia manipolazione. Lederman aveva intitolato il suo libro “La particella maledetta” alludendo al fatto che sarebbe stato difficilissimo trovarla. L’editore americano pensò che quel titolo respingesse i lettori e produsse scongiuri. Quindi lo rovesciò e venne fuori “La particella Dio”, operazione vagamente giustificabile in quanto, secondo la teoria, da questa particella dipende l’esistenza della massa di tutte le altre. A sua volta l’editore italiano (Mondadori) aggiunse la preposizione “di”, che certamente è all’origine di molti malintesi. In ogni caso il bosone di Higgs resterà storicamente importante anche perché segna una evoluzione del concetto stesso di scoperta.

Eravamo abituati a scoperte che avvenivano come rivelazioni istantanee. Prima non si conosceva la penicillina, e poi Fleming l'ha individuata. Prima si ignoravano i satelliti di Giove, poi Galileo li ha osservati. Prima esistevano contraddizioni nella meccanica di Newton, poi la relatività di Einstein le ha risolte. Con Higgs non è stato più così.

Previsto nel 1964, questo bosone è rimasto per vent'anni nella penombra della teoria. In un certo senso era troppo avanti sui tempi, e molti vedevano nel campo di Higgs qualcosa di troppo simile all'etere, e quindi qualcosa di molto sospetto. Poi, poco per volta, grazie ad acceleratori sempre più potenti, è maturata la possibilità di individuare il bosone di Higgs sperimentalmente. Finché al Cern si è deciso di costruire una macchina delicata e costosissima dedicata esclusivamente (o quasi) alla sua ricerca: LHC, Large Hadron Collider.

Dopo dieci anni di lavoro ingegneristico, raccolti alcuni dati preliminari, per una scelta discutibile i primi indizi del bosone raccolti con LHC furono annunciati, con toni alquanto dubitativi, nel dicembre del 2011. Il 4 luglio 2012 Fabiola Gianotti (esperimento Atlas) e Joe Incandela (esperimento CMS) hanno fornito dati molto più completi, ma non hanno ancora osato considerarli definitivi. Esperimenti e raccolta dati sono avanti per altri cinque mesi fino allo spegnimento di LHC. Solo alla ripresa degli esperimenti dopo il potenziamento della macchina del Cern saranno disponibili dati definitivi.

La scienza moderna è anche questo: le scoperte non sono più illuminazioni improvvise ma processi lunghi, collettivi e talvolta precari. La luce della conoscenza non è più un lampo abbagliante, le tenebre si diradano gradualmente, come in un lento albeggiare. Per Peter Higgs, François Englert e il Cern tutto, si profila il Nobel, ma l'ultima parola non è stata ancora pronunciata.

**Dalla penombra al palcoscenico**

**22 SETTEMBRE ORE 19.00**  
**CITTÀ DELLA SCIENZA NAPOLI**  
CON LA PRESSIONE DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

**partecipano:**  
Fabiola Gianotti, esperimento ATLAS  
Joe Incandela, esperimento CMS  
Fernando Ferroni, presidente INFN  
Le bolle di sapone e i gluoni di Poliquin  
modera  
Patrizia Novati, "Anni al periscopio"

**IL MATTINO**

**INFN**  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

**UNIVERSITÀ DI NAPOLI**

**LO SHOW DELL'UNIVERSO**  
fisica, bolle di sapone, gluoni e bosone di Higgs

info e prenotazioni: [www.elfradellascienza.it](http://www.elfradellascienza.it)

Logo of the Italian Republic (Stato Italiano)

La trasformazione della scoperta-flash in una scoperta-processo è una conseguenza della complessità delle ricerche attuali e degli strumenti necessari per svolgerle. Dentro LHC, la macchina più complessa che l'uomo abbia mai costruito, il bosone di Higgs si rivela tra miliardi e miliardi di eventi estranei grazie al filtro di potentissimi computer dotati di appositi sofisticatissimi programmi. Occorreranno un milione e mezzo di miliardi di eventi per avere una statistica di Higgs del tutto convincente. Di fronte a questi numeri, si capisce anche che la parola "osservare" in fisica non ha più il significato di una volta. Sì, gli scienziati osservano, ma tra loro e la realtà (se questa parola ha ancora un senso) si interpongono moltissime mediazioni (teorie, macchine, rivelatori, computer...). E dire, alla fine, che cosa si conosce, è difficile. Molto difficile. Gianni Vattimo, il filosofo del "pensiero debole", troverebbe buoni argomenti per sostenere che non esistono fatti ma esclusivamente interpretazioni, se non altro nel senso che anche le scoperte scientifiche sono tali soltanto all'interno di una ermeneutica, sia pure condivisa dalla maggioranza della comunità scientifica.

di Silvia Cavallero\*  
Elisabetta Melli\*  
Marco Genovese\*\*

\* INRIM, Relazioni esterne  
\*\* INRIM, Divisione Ottica  
e Commissione per la  
Diffusione della Cultura  
Scientifica

# Divulgare la scienza: l'esperienza INRIM

## ABSTRACT

L'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM) vanta una pluriennale esperienza nel campo della divulgazione scientifica. La partecipazione a esposizioni, compreso uno spazio di visibilità al Salone del Libro di Torino, si intensifica, ad esempio, negli anni ottanta. Dagli anni novanta l'Istituto organizza visite ai propri laboratori nell'ambito della Settimana della Cultura Scientifica indetta dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR). Nel 1996 viene ideato il ciclo di conferenze "Il Tempo della Scienza – Incontri del Giovedì".

Gli anni successivi hanno visto crescere l'impegno divulgativo dell'INRIM in conferenze, mostre e manifestazioni, affiancato dall'intensificarsi dei rapporti con i media e dal più recente sviluppo della e-communication.

## L'ISTITUZIONE: CHE COS'È E CHE COSA FA L'INRIM

Non è facile spiegare al grande pubblico, in poche parole, che cosa sia e che cosa faccia l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM): in primo luogo bisogna richiamare l'attenzione sul significato della parola metrologia e poi occorre chiarire quale sia l'utilità di questa disciplina. Fare divulgazione sulle attività dell'INRIM non è quindi compito da poco...

La metrologia è la scienza delle misure e le misure fanno a tal punto parte della nostra vita che finiamo col darle per scontate, dimenticando quanto siano imprescindibili per conoscere la realtà che ci circonda, come spiegava il fisico scozzese William Thomson, alias Lord Kelvin:

*"Spesso affermo che quando puoi misurare ciò di cui stai parlando ed esprimerlo in numeri, tu conosci qualcosa su di esso; ma quando non puoi misurarlo, quando non puoi esprimerlo in numeri, la tua conoscenza è scarsa e insoddisfacente. Può essere l'inizio della conoscenza, ma nei tuoi pensieri sei avanzato poco sulla via della scienza, indipendentemente da quale materia si tratti."*<sup>1</sup>

Misurare è dunque preliminare alla conoscenza scientifica del mondo fisico da parte dell'uomo. Ma se la ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico che da essa deriva si fondano sulle misure, altrettanto si può dire per la produzione e lo scambio di merci. In breve, misurare ci è indispensabile e, quindi, bisogna che le misure siano espresse in un linguaggio

1. Sir William Thomson, *Popular Lectures and Adresses*, MacMillan, 1891.

gio condiviso – che corrisponde oggi al Sistema Internazionale delle unità di misura (SI) - e bisogna che siano il più precise possibile.

Per garantire tale linguaggio condiviso e l'accuratezza che scienza e tecnologia esigono, esistono gli Istituti metrologici. Ogni paese scientificamente avanzato ne possiede uno. Tali istituti confrontano continuamente i risultati delle loro ricerche in modo che tutto il mondo misuri allo stesso modo il tempo, le distanze, le masse, le forze. In Italia ci sono: l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM) e l'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI-ENEA). L'attività di quest'ultimo risponde alle necessità della radioterapia, della radiodiagnostica e della radioprotezione. Tutte le misure al di fuori di questo ambito sono campo d'azione dell'INRIM.

L'INRIM si trova a Torino, già sede dei due storici enti di ricerca, l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris e l'Istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti del CNR, dalla cui fusione nasce nel 2006. Tale unione fu decretata<sup>2</sup> per semplificare il sistema metrologico italiano, allineandolo a quello delle altre nazioni del mondo.

L'INRIM è un istituto metrologico primario, cioè custodisce, mantiene e sviluppa i campioni nazionali di riferimento delle unità di misura del Sistema Internazionale, e rappresenta l'Italia negli organismi internazionali che coordinano le attività dei vari istituti metrologici del mondo. I suoi orizzonti di ricerca spaziano dalle misure elettriche ed elettromagnetiche, all'acustica, all'ottica, alla termometria, alla dinamometria, alla meccanica e alla scienza dei materiali. Per non tacere delle nanotecnologie, delle costanti fondamentali della fisica e delle tecnologie quantistiche (informazione, imaging e metrologia quantistica).

#### L'INRIM PER LA DIVULGAZIONE: GLI ATTORI IN CAMPO

La divulgazione scientifica è attività istituzionale e, come tale, riceve il suo indirizzo dalla Presidenza e dalla Direzione.

Un apposito organismo, la Commissione per la diffusione della cultura scientifica, e l'ufficio Relazioni esterne assolvono, rispettivamente, al compito di fornire e rielaborare i contenuti da divulgare all'esterno.

La Commissione è composta da ricercatori afferenti ai diversi gruppi di ricerca in cui è suddiviso l'Istituto, così da assicurare un panorama completo sulle attività dell'INRIM.

#### L'INRIM PER LA DIVULGAZIONE: LE COLLABORAZIONI

L'Istituto collabora con le Università, con il Politecnico di Torino, con altri enti di ricerca. Aderisce alle iniziative del centro interuniversitario Agorà Scienza, dell'Associazione CentroScienzaOnlus, dell'Ufficio Scolastico Regionale del Piemonte. In associazione a quest'ultimo è stato ad esempio organizzato il "Corso di formazione in metrologia" per insegnanti di scuola media inferiore e superiore.

L'INRIM partecipa ai progetti di divulgazione delle istituzioni governative nazionali, il MIUR, e locali, la Regione Piemonte e il Comune di Torino.

Nel 2011 è stato parte attiva nelle celebrazioni per i centocinquanta anni dell'Unità d'Italia, organizzando, su invito del Comitato celebrativo del centocinquantesimo, alcune conferenze sull'influsso della metrologia nello stimolare, una volta raggiunta l'unità politica, i processi di unificazione economica e sociale. Questo contributo è valso all'INRIM un riconoscimento da parte del Capo dello Stato.

2. D.Lgs. n. 38 del 21 gennaio 2004.

## L'INRIM PER LA DIVULGAZIONE: LE INIZIATIVE

La divulgazione si articola in varie iniziative: ci sono le conferenze, le visite ai laboratori, la partecipazione a mostre ed esposizioni, le pubblicazioni.

### **Le Conferenze**

Nel 1996 l'allora Presidente del Galileo Ferraris, il professor Sigfrido Leschiutta, decise di istituire un ciclo di conferenze aperto al pubblico, invitando personalità rappresentative del panorama scientifico internazionale. Nacquero così le conferenze denominate "Il Tempo della Scienza: Incontri del Giovedì", appuntamenti divenuti oggi una sorta di tradizione dell'INRIM.

I relatori non provengono solo da aree di ricerca contigue alla scienza delle misure e dei materiali, ma da tutti gli ambiti scientifici per offrire un panorama il più vasto possibile sulla scienza e sui suoi progressi.

Il grado di divulgazione si attesta su di un livello medio-alto: i naturali destinatari di queste conferenze sono già in possesso di un non trascurabile bagaglio culturale scientifico: ricercatori, insegnanti e studenti di università e scuole superiori. Questo è il target scelto dall'Istituto. Ma la varietà delle tematiche, proposte in un linguaggio non astruso, attira in realtà anche un pubblico più vasto, stimolando la curiosità di chi desidera approfondire un argomento di attualità o di chi riscopre un interesse sopito.

L'INRIM ospita continuamente studiosi italiani e stranieri, che cooperano con il personale ricercatore a vario titolo (vi sono dottorandi, borsisti, visiting scientist e altri). La loro permanenza in Istituto, che sia di poche ore o di mesi interi, rappresenta un'occasione di confronto, che spesso si condivide con un gruppo più vasto attraverso l'organizzazione di una conferenza. Queste conferenze fanno parte di un'altra categoria di interventi: i Seminari tecnici. Il loro contenuto, molto specialistico, interessa un pubblico di addetti ai lavori, costituito dal personale interno e da studiosi dell'Università e del Politecnico.

Di recente istituzione è il ciclo di conferenze "Panoramica INRIM. Dialoghi di scienza per l'aggiornamento e la formazione". Tali seminari, nati con l'intento di favorire una maggiore conoscenza reciproca tra le varie anime dell'Istituto e come momento di formazione per il personale più giovane, sono aperti anche al pubblico esterno.

Lo scorso anno, infine, sono state organizzate due Lecture tenute da studiosi Premi Nobel per la Fisica. La prima, a maggio, in occasione della Commemorazione del Professor Leschiutta, a un anno dalla sua scomparsa, ha visto l'intervento di Theodor Hänsch, premiato nel 2005 per i suoi contributi allo sviluppo della spettroscopia di precisione basata sull'utilizzo del laser. La seconda, nel mese di settembre, ha avuto quale relatore il fisico Klaus von Klitzing, che deve il Nobel, vinto nel 1985, alla sua scoperta dell'effetto Hall quantistico.

L'impegno profuso dall'INRIM nell'organizzare le due Lecture era teso soprattutto a creare un evento in grado di catturare l'attenzione del pubblico più giovane, promuovendo interesse per la fisica.

### **Le visite ai laboratori**

Dedicate soprattutto al pubblico più giovane sono anche le visite ai laboratori, organizzate nell'ambito della Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica, indetta dal MIUR,



fino al 2010, della Settimana della Scienza, promossa dall'Associazione CentroScienza, di Crescere in Città e Gran Tour, manifestazioni coordinate dal Comune di Torino. Scolari delle elementari, liceali, allievi di istituti tecnici o di scuole di specializzazione, ma anche privati cittadini trovano l'opportunità di visitare l'INRIM in giorni e orari concordati.

Se con le conferenze l'INRIM si rivolge soprattutto a un pubblico già dotato di cultura e interessi scientifici, con le visite ai laboratori, che comportano dimostrazioni pratiche e la visione di ciò di cui si parla, è invece più attento al mondo della scuola. Il medesimo interesse ha dettato l'organizzazione del corso di metrologia per insegnanti, di cui si è detto sopra, e la realizzazione di un cd divulgativo dal titolo "Il Linguaggio delle Misure".

### **Le esposizioni: la scienza esce dai laboratori**

La scienza delle misure esce dai laboratori e, ad esempio, scende in piazza con la Notte dei Ricercatori. Dal 2007 l'INRIM partecipa a questa iniziativa promossa dall'Unione Europea per favorire l'incontro tra il grande pubblico e il mondo della Ricerca. Allo stand dell'Istituto, dal primo pomeriggio fino a notte inoltrata, i ricercatori accolgono i visitatori nella piazza di Torino di volta in volta teatro della manifestazione.

L'edizione dell'Euroscience Open Forum (ESOF), tenutasi a Torino nel 2010, ha visto un'attiva partecipazione da parte dell'INRIM, che, oltre a presidiare con uno stand la sezione espositiva del Forum, ha organizzato una serie di visite ai propri laboratori e tre Workshop. A quello sul futuro della Meccanica Quantistica, tenutosi presso l'Istituto, è intervenuto il premio Nobel per la Fisica 1999 Gerard 't Hooft.

L'INRIM dispone di una collezione di antichi strumenti scientifici, soprattutto elettrici e metrologici, alcuni risalenti al XVIII secolo, per i quali è in corso di definizione un progetto museale.

Parte della collezione fu esposta nel 1998 alla Reggia di Venaria Reale, in occasione della mostra "Inventori e invenzioni" dedicata a Galileo Ferraris, e, recentemente, nella mostra "Macchine, Invenzioni, Scoperte", che documentava il contributo di Torino e del Piemonte all'industrializzazione dell'Italia tra '800 e '900.

Inauguratasi nella città di Settimo Torinese a novembre del 2011 l'esposizione è stata poi prolungata fino a luglio dell'anno successivo, con uno spostamento di sede presso gli spazi espositivi del Fiat Industrial Village a Torino.

### **Le pubblicazioni**

Presentato in occasione dell'Anno Mondiale della Fisica nel 2005, il cd "Il Linguaggio delle Misure" è un'opera di divulgazione che fornisce sia informazioni di base sia approfondimenti sulla metrologia. Copie del cd sono state distribuite alle scuole in visita ai laboratori o nel corso di manifestazioni come la Notte dei Ricercatori.

Opera tascabile di rapida consultazione è il pieghevole che illustra le unità di misura fondamentali e derivate del Sistema Internazionale. Concepito per le scuole, è apprezzato anche dagli studenti universitari.

Al fine di promuovere il finanziamento delle ricerche INRIM con il 5 per mille, è stato realizzato un dépliant che spiega con parole semplici ed esempi concreti l'utilità di un istituto metrologico.

### LA E-COMMUNICATION: LA COMUNICAZIONE DEMATERIALIZZATA

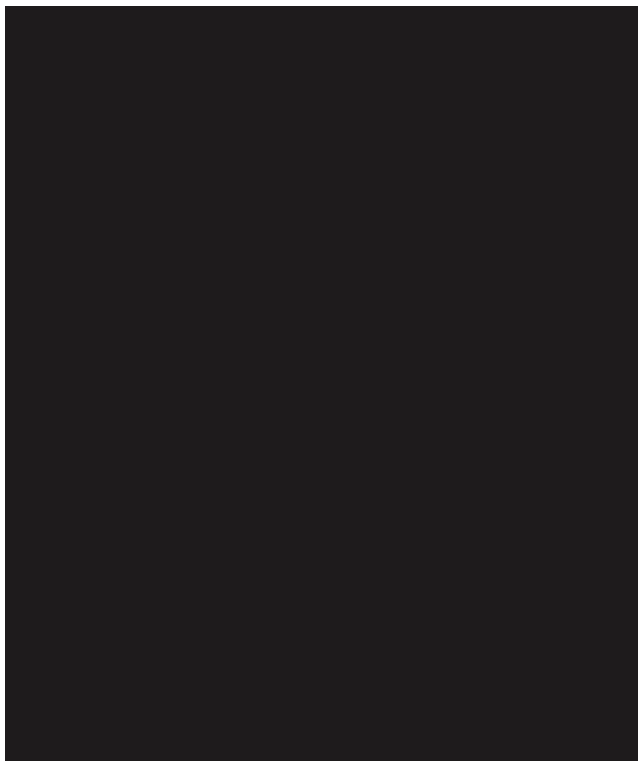
Dal 2010 il sito INRIM ospita una press area, articolata in rassegna stampa, press kit e photogallery. Nella rassegna stampa trovano spazio anche i servizi radiofonici e televisivi realizzati sull'Istituto, tra i quali quelli del TG Leonardo<sup>3</sup> e di Superquark<sup>4</sup> sul leapsecond. Sul sito è disponibile tutto il materiale divulgativo prodotto dall'Istituto: dalla home page si può scaricare il cd "Il Linguaggio delle Misure" nonché leggere i contenuti del dépliant per la campagna "Il 5 per mille all'INRIM". Dalla pagina del press kit si assiste al video di presentazione dell'INRIM, in italiano e in inglese.

Il 2011 ha visto la nascita della newsletter INRIM, che informa periodicamente media e istituzioni su risultati e attività di interesse anche per il grande pubblico.

Da qualche tempo l'Istituto si è inoltre affacciato sul mondo dei social network, facendo il suo ingresso su facebook.

3. RAI 3, TG LEONARDO, 29 ottobre 2010, "La fontana del tempo", Stefano Tallia; 17 ottobre 2011, "Metrologia per il meteo. La scienza delle misure scende in campo in aiuto dei meteorologi e dei climatologi", Stefano Tallia.

4. RAI 1, SUPERQUARK, 23 agosto 2012, "Questione di secondi", Andrea Pasquini.  
Il leapsecond è il secondo intercalare che viene aggiunto nella scala di tempo internazionale per sincronizzare la scansione del tempo fornita dagli orologi atomici a quella risultante dal moto della terra.



di Giulio Peruzzi

*Dipartimento  
di Fisica e Astronomia  
Università di Padova  
peruzzi@pd.infn.it*

# Comunicare e conservare

## STORIA DELLA FISICA E PATRIMONIO SCIENTIFICO PER LA COMUNICAZIONE E LA DIDATTICA

### RIASSUNTO

Nella prima parte dell'intervento si evidenziano i destinatari della comunicazione, soffermandosi sull'importanza della storia della fisica (e della scienza in generale) come ambito di studio in sé (inclusa la conservazione e valorizzazione della memoria materiale e immateriale) e come strumento per sondare nuove forme di didattica e diffusione della cultura scientifica. Nella seconda parte si introducono alcune riflessioni sulla relazione tra tempi della comunicazione e tempi della scienza.

### COMUNICAZIONE A CHI?

Si possono schematicamente individuare quattro fondamentali destinatari della comunicazione della fisica e della scienza in generale: la comunità scientifica; il pubblico generico (la società); il mondo della politica, con le sue istituzioni nazionali e internazionali; il mondo della produzione. Va da sé che questi diversi destinatari non sono disgiunti: una buona comunicazione rivolta a uno di questi può influire positivamente sugli altri. In Italia, purtroppo, abbiamo ancora oggi un primato di disinformazione che costituisce un pericoloso fattore di arretramento del Paese nel contesto internazionale. Senza entrare in un'analisi dei caratteri e degli obiettivi che la comunicazione della fisica (e della scienza) dovrebbe avere in relazione ai diversi destinatari, ci limitiamo ad alcune considerazioni generali.

La prima riguarda la comunicazione nell'ambito della comunità scientifica il cui principale obiettivo dovrebbe essere la promozione di quella che Maxwell nel 1878 definì "la fertilizzazione incrociata delle scienze". A questo proposito vale la pena citare due interventi particolarmente significativi, uno di Jules-Henri Poincaré e uno di Norbert Wiener. Nel secondo capitolo della sua opera *Science et méthode* del 1908, Poincaré osservava: Via via che la scienza si sviluppa diventa sempre più difficile averne una visione complessiva; si cerca allora di dividerla in tanti pezzi e di accontentarsi di un pezzo solo; in una parola ci si specializza. Continuare in questa direzione sarebbe di grave ostacolo ai progressi della scienza... [perché] sono solo le connessioni inattese tra diversi domini scientifici che rendono possibili tali progressi. [cit. da trad. it., *Scienza e metodo*, Einaudi, Torino 1997, p. 30]

Sulla stessa linea di Poincaré si collocano anche alcune considerazioni che compaiono nel libro di Wiener dal titolo *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine* [John Wiley & Sons, New York 1948, pp. 8-9]:

Ci sono campi della scienza, come vedremo in questo libro, che sono stati esplorati dai diversi punti di vista della matematica pura, della statistica, dell'ingegneria elettrica e della neurofisiologia, nei quali uno stesso concetto riceve nomi diversi dai vari gruppi, e nei quali un importante lavoro è stato triplicato o quadruplicato, mentre ancora altro lavoro importante è ritardato dalla indisponibilità in un campo dei risultati che in un altro vicino possono essere già diventati classici. Sono queste regioni di confine della scienza che offrono le più ricche opportunità al ricercatore capace. Esse sono allo stesso tempo le più refrattarie alle tecniche in voga dell'attacco di massa e della suddivisione del lavoro.

Mettere in comunicazione tra loro diversi settori di ricerca dello stesso ambito disciplinare e, più in generale, diversi ambiti disciplinari è oggi tanto più importante sia per la ricerca in sé sia per riflettere sulle politiche della formazione e della ricerca. Una formazione che presenti un sapere frammentato e si concentri sulla specializzazione, come troppo spesso avviene nel nostro Paese ma non solo, non è una buona formazione scientifica. Una carriera scientifica che privilegia il "pubblica o muori" e quindi privilegia le ricerche di moda, quelle con ricadute applicative immediate, quelle dove più alto è il numero di pubblicazioni ottenibili in poco tempo e pluri citate, difficilmente porterà a quelle "connessioni inattese" che, come sostiene Poincaré, sono la base del progresso scientifico. Si mortificano così quelle regioni di confine della scienza che, come scriveva Wiener, "offrono le più ricche opportunità" per lo sviluppo scientifico e che "sono allo stesso tempo le più refrattarie alle tecniche in voga dell'attacco di massa e della suddivisione del lavoro". Sono indicazioni che purtroppo oggi non vengono tenute in gran conto, nel nostro Paese ma non solo, col rischio di mettere una seria ipoteca sul futuro del sapere scientifico. E su quello dell'umanità.

La seconda considerazione, principalmente legata alla comunicazione rivolta al pubblico in generale, riguarda il nesso tra comunicare e conservare. Uno stimolo rivolto alle università e agli enti pubblici di ricerca, e quindi anche all'INFN (che pure ha una lunga tradizione nel settore nata dalla sensibilità di figure come quella di Edoardo Amaldi), a impegnarsi nella conservazione e valorizzazione della memoria materiale e immateriale degli sviluppi della ricerca scientifica. In questo senso, la ricerca in storia della fisica è uno dei presupposti della comunicazione della fisica. La salvaguardia degli archivi e delle testimonianze orali, la conservazione della strumentazione e della relativa documentazione, il sostegno alla creazione di musei di moderna concezione, la realizzazione di una catalogazione informatica mirante a integrare le diverse banche dati, sono tutti elementi fondamentali non solo per evitare di perdere un importante patrimonio di storia e cultura, ma anche per ridisegnare la didattica e la comunicazione della fisica (e della scienza in generale), e per dare loro nuovo impulso. Molte sono le questioni aperte in questo campo, all'ordine del giorno nel dibattito internazionale. Facciamo solo due esempi. Uno riguarda la necessità di superare sia le forme tradizionali del museo, sia gli "science center". Entrambe queste modalità hanno dimostrato, per ragioni diverse, i loro limiti. L'alternativa, che si sta percorrendo sempre più di frequente in Italia e all'estero, è quella di far convivere gli strumenti originali con gli ausili offerti dalle nuove tecnologie. La seconda questione,

sulla quale è stata avviata relativamente di recente una riflessione a livello internazionale, in particolare nell'ambito della Scientific Instrument Commission (SIC), di Universeum - European Academic Heritage Network e dell'International Council of Museum (ICOM), riguarda il problema della conservazione di strumenti scientifici di grandi o grandissime dimensioni (si veda per esempio, M.P. Gacoin, P. Lauginie, P. Dhez, J.F. Ternay, "Preserving a World famous Accelerator Facility: an Interactive Museum Project", in S. Talas, M. C. Lourenço, Arranging and rearranging: Planning university heritage for the future, Padova University Press, Padova 2012, pp. 91-100).

La terza considerazione riguarda la comunicazione verso il mondo della politica e il mondo della produzione. È ovvio che lo sviluppo della scienza in generale, e della fisica in particolare, sia favorito da politici e imprenditori dotati di cultura scientifica. La rinascita della fisica italiana negli anni 1920-1930, all'origine della primazia odierna della scuola di fisica italiana a livello internazionale, è frutto di un diverso atteggiamento nei confronti della scienza e della tecnica le cui radici possono essere fatte risalire all'Unità d'Italia e a figure come quella di Quintino Sella. Anche se il processo avviato negli ultimi decenni dell'Ottocento perde di brio, all'inizio del Novecento personaggi come Vito Volterra, Orso Mario Corbino e Antonio Garbasso riaffermano l'importanza del dialogo tra scienza, politica e società e perseguono caparbiamente il progetto di finanziamento e rilancio della scienza, e in particolare della fisica.

Come ben argomentano Angelo Guerraggio e Piero Nastasi nel loro libro *L'Italia degli Scienziati*, Bruno Mondadori, Milano 2010, dall'Unità d'Italia e fino ai primi decenni del Novecento i gruppi di potere non possono trascurare la presenza degli scienziati, che costituiscono un segmento fondamentale della classe dirigente. In seguito, la prima guerra mondiale, il fascismo e un'altra devastante guerra mondiale interrompono questo progetto. Sembra che manchi ogni presupposto per riavviare nel dopoguerra il confronto tra scienza e società, tra una società italiana alle prese con la sopravvivenza e una scienza depauperata dalle leggi razziali e colpita nella sua dignità dall'acquiescenza verso il fascismo. Invece, alla fine degli anni 1950, il paese vive un'inaspettata primavera con un dialogo tra scienza e società arricchito da innovative dinamiche industriali, acquistando una posizione forte in settori strategici.

Sono gli anni di Adriano Olivetti e Mario Tchou, di Domenico Marotta, di Enrico Mattei e Felice Ippolito, di Giulio Natta, ma anche gli anni del Centro informazioni studi esperienze (CISE) fondato da Giuseppe Bolla, Carlo Salvetti, Giorgio Salvini, Mario Silvestri (cui aderirono nel tempo diverse industrie italiane, come FIAT, Montecatini, SADE - Società adriatica di elettricità, Pirelli e Falck).

Questo periodo si conclude abbastanza rapidamente intorno al 1970 per ragioni che non staremo qui ad analizzare. Da allora il divario tra scienza, da un lato, e politica e imprenditoria dall'altro si è acuito. Il tessuto imprenditoriale italiano, fatto in maggioranza di piccole e medie imprese, ha progressivamente perso terreno nei settori della ricerca e dello sviluppo. Una forte iniziativa, non occasionale ma organica, di dialogo tra scienza, politica e mondo dell'imprenditoria dovrebbe essere presa dalla comunità scientifica nel suo complesso, tanto più nell'attuale situazione di crisi economica globale.

## TEMPI DELLA COMUNICAZIONE E TEMPI DELLA SCIENZA

Nel rapporto con i mezzi di comunicazione di massa non si può prescindere da quella che alcuni definiscono la “crisi dei media”. Questa crisi si manifesta, in particolare in Italia, in una serie di sintomi. Ne elenchiamo solo alcuni: la riduzione del tempo di vita della notizia; il monopolio dei mezzi di comunicazione; la mercificazione della notizia che ha tra le sue conseguenze la spettacolarizzazione e la banalizzazione; la progressiva scomparsa delle redazioni scientifiche. Tutti oggi investono (se possono) in comunicazione. “Format” è diventata una parola di moda, dimenticando che forse non dovrebbe essere la stessa cosa vendere “l’Isola dei Famosi” e una nuova classe dirigente. Ma la comunicazione scientifica dovrebbe ripartire e reinventarsi proprio anche a partire dalla scienza. Perché la scienza anche nel modo in cui storicamente si è sviluppata contiene in sé suggerimenti originali, legati proprio ai suoi connotati.

Analizzando gli sviluppi della scienza ci si accorge che esiste una discrasia crescente tra i tempi dettati dai mezzi di comunicazione e i tempi necessari allo sviluppo della scienza e delle sue applicazioni. Anche se lo sviluppo della scienza sembra essersi fatto molto più veloce, in realtà il modo di procedere della scienza ha i suoi tempi.

È importante, lo abbiamo visto anche di recente (con il bosone di Higgs), comunicare tempestivamente e in modo efficace un risultato. Questo sicuramente può aiutare ad accendere l’interesse per la scienza nel pubblico, e quindi anche nella politica, e favorire finanziamenti (la notizia della probabile scoperta del bosone di Higgs è stata un elemento fondamentale per evitare, almeno nell’immediato, tagli di fondi all’INFN e agli altri Enti Pubblici di Ricerca). È altrettanto importante non usare la comunicazione in maniera troppo disinvolta (si pensi al caso dei neutrini superluminali, di cui si parla ampiamente in questo volume). Esistono “vincoli” imposti dal metodo scientifico che se violati non possono che creare danni all’immagine della scienza. Per rispettare questi vincoli si richiede tempo. Gli esperimenti sono oggi spesso estremamente complessi. La loro conduzione è sempre più raffinata e accurata, ma la possibilità di errore aumenta con la complessità degli apparati sperimentali. L’importante è prendersi il tempo necessario.

La scienza ha bisogno di tempo, come si legge nel manifesto dal titolo emblematico [www.slow-science.org](http://www.slow-science.org). Il tempo per pensare, digerire, discutere e capire. Non si può chiedere continuamente alla scienza il significato e lo scopo di quello che fa, perché spesso non lo sa ancora. Al contrario la scienza oggi è sempre più costretta a comunicare anche risultati molto preliminari, perché viviamo in un mondo nel quale i finanziamenti arrivano o si consolidano solo là dove si riesce a comunicare nel più breve tempo possibile di aver conseguito un successo. Su questo successo, presunto o reale, si scatena allora la frotta di coloro che, sul versante della comunicazione, sono alla spasmodica ricerca della notizia sensazionale e, sul versante della comunità scientifica, sfruttano il momento per pubblicare qualche articolo in più. È il paradosso di una società fortemente permeata dalla scienza che però non riesce più a capire che la scienza ha tempi diversi da quelli della comunicazione di massa e della progressione di carriera scientifica fatta pesando i chili di carta prodotta e non il loro contenuto.

La storia è piena di lezioni simili. Dovrebbero essere lezioni preziose per chi si occupa di comunicazione e diffusione di cultura scientifica. Ma anche per la politica in generale, e per quella che si occupa di formazione e ricerca scientifica in particolare.

di Enrico Predazzi

*Centro Interuniversitario  
degli Atenei Piemontesi  
Agorà Scienza*

# *Verso la Terza Missione dell'Università*

## **RIASSUNTO**

Lentamente ma ormai in maniera irreversibile, sta cominciando a farsi strada l'idea che la Terza Missione dell'Università sia un nuovo parametro con cui gli Atenei devono fare i conti. In questa direzione, gli Atenei piemontesi si sono avviati, primi in Italia, da ormai parecchi anni con l'istituzione di un ente dedicato, il Centro interuniversitario Agorà Scienza. Con il termine Terza Missione si intersecano le interpretazioni più diverse che spaziano da quelle più restrittive e semplici di trasferimento tecnologico a quelle più ampie e complesse che chiamano in causa tutte i diversi livelli del dialogo tra Scienza e Società al quale ultimo noi faremo qui unicamente riferimento per semplicità.

---

Da tempi ormai molto lontani, l'Università ha avuto tradizionalmente due missioni, l'Alta educazione dei giovani da un lato e la Ricerca dall'altro. La seconda, in realtà, nasce in tempi relativamente più vicini a noi a seguito della trasformazione dell'Università secondo il modello genericamente chiamato tedesco. In effetti, e per semplificare molto, possiamo argomentare che la ricerca come la intendiamo oggi nasce con Galileo Galilei e porta con sé la prima rivoluzione scientifica del XVII secolo ma per un po' resta confinata all'interno delle Accademie della cui nascita sono, in un certo senso, proprio la ragione stessa. In tempi ancora più lontani e cioè dalla loro origine che convenzionalmente facciamo datare dalla fine del primo millennio, il compito dell'Università era stato quello di formare la classe intellettuale e dirigente del Paese: il cerusico, il legale, l'insegnante, il teologo, e così via. A questo compito, come accennato sopra, Galileo avrebbe aggiunto la missione della Ricerca (lasciandoci in eredità il Metodo Scientifico come ancora oggi lo conosciamo) e avrebbe, così facendo, aperto la via alla scienza del mondo moderno. In effetti, il ciclo generato dalla doppia missione dell'Università dei tempi successivi alla prima rivoluzione industriale era assai virtuoso: l'educatore, il Maestro coltivava i non molti studenti che potevano permettersi di studiare e, grazie alla ricerca, formava pochi fra cui sceglieva l'Allievo, l'eletto a succedergli. Un ruolo, nella sua staticità, del tutto adeguato a una società nella quale la ricerca era comunque una eccezione per quanto nobile e notevole. Di fatto, con qualche forzatura, si può far risalire questo schema a molto più indietro quando né l'Università né la scienza avevano ancora neppure un nome (invece



che di scienziato si parlava di studioso), e cioè a quando lo studioso appassionato di natura di cui parla Lucrezio guardava dalla sua torre d'avorio con distacco in lontananza il popolo affannarsi nelle bisogna quotidiane dalle quali affettava di non essere toccato. Questo mondo si è mantenuto essenzialmente immutato fino a dopo la seconda guerra mondiale quando da un lato la forte crescita demografica (in cento anni siamo passati da poco più di 1 a 7 miliardi di umani!) e dall'altro la spinta democratica hanno imposto cambiamenti drastici all'Università. Nei paesi più sviluppati ai quali limitiamo le nostre brevi considerazioni, l'aspettativa della vita umana in pratica è raddoppiata, molte malattie sono state debellate, la fame è di fatto scomparsa e a sempre maggiori leve di giovani sono state aperte le porte dell'educazione superiore. L'Università, bene o male è diventata di massa ma nello stesso tempo la ricerca è diventata affare non più di pochi. Si stima che i ricercatori nel mondo siano oggi dell'ordine di 10 milioni di unità. Una cifra non indifferente!

E, analizzando le cose, si scopre che è stata proprio la Scienza (insieme alla Tecnologia) a generare i cambiamenti radicali che sono avvenuti negli ultimi 50-100 anni che hanno cambiato così profondamente la vita dell'uomo (anche se non sempre o almeno non del tutto per il meglio). Il che, lentamente, ha portato e sta portando tutti a porsi dei problemi e a interrogarsi sul ruolo della scienza nella vita di tutti i giorni. La situazione oggi è molto complessa anche se non è questo il luogo per analizzarla nel profondo né per riconoscerne gli indubbi meriti né per additarne i limiti anch'essi notevoli. Conseguenza ne è che anche l'Università italiana si deve ormai dotare di una nuova deontologia e questa, tra le ambiguità già menzionate costituisce la Terza Missione di cui stiamo parlando.

La nascita della Terza Missione dell'Università in quanto tale è difficile da datare con precisione ma, volendolo fare, possiamo forse farla risalire al celebre rapporto Bodmer sul Public Understanding of Science (Royal Society, 1985). Si istituzionalizza così il tema dei rapporti scienza-società di cui solo oggi si comincia a prendere coscienza precisa che ha anche favorito un fiorire di attività per la diffusione di scienza e tecnologia anche a livello popolare con conferenze, festival, giornate della scienza, musei, caffè della scienza ecc.

Il complesso di attività ricordato sopra come caratteristico della Terza Missione dell'Università potremmo sintetizzarlo in "Continuing Learning", "Science in Society" e "Technological Transfer" Queste attività, che a prima vista possono apparire slegate fra loro, sono invece indissolubilmente collegate l'una all'altra.

In molti altri paesi tali attività sono state proposte da tempo quando non istituzionalizzate ma questo non è il caso dell'Italia. Per limitarci a un esempio (ma sono parecchi i paesi che hanno già fatto passi importanti in questa direzione), può essere utile ricordare che dal 1997 l'Università svedese si è dotata di un protocollo comune nel suo statuto di base, lo Higher Education Act, che stabilisce che l'Università deve: I) Educare, II) Fare ricerca e III) Collaborare. Più specificamente, deve "... cooperare con la comunità (organizzazioni e compagnie, associazioni e singoli) e informare sulle sue operazioni."

Come si vede, si parla di una collaborazione e di una comunicazione che copre tutti i possibili risvolti delle interazioni fra società e sapere/ricerca accademico.

È interessante che anche le Accademie Nazionali dei 13 principali paesi (i paesi del G8+) hanno raccomandato un insieme simile di azioni ai Governi dei loro rispettivi Paesi. Per il punto in questione, le Accademie chiedono che i loro Governi "sostengano ed espan-

dano i programmi esistenti che facilitano le interazioni bilaterali fra scienziati da un lato e il pubblico, i media e i decisori dall'altro.”

Come già ricordato nel “Sommaro”, le Università piemontesi sono all'avanguardia nella strada di aprire alla terza missione per stabilire un ponte costruito sul paradigma: Università-Comunicazione-Società. È dal 2006 che l'Università di Torino si è dotata di uno strumento ad hoc con il quale, come primo passo ha proposto ed attuato l'istituzione di un Centro chiamato, non a caso, Agorà Scienza. Dal 2009 il Centro è stato esteso a includere operativamente e programmaticamente tutte le altre Università Piemontesi, il Politecnico di Torino, l'Università del Piemonte Orientale e l'Università di Scienze Gastronomiche trasformandolo in Centro Interuniversitario il cui statuto prevede che esso operi per: la diffusione della cultura scientifica, il dialogo tra scienza e società, la formazione dei ricercatori alla comunicazione della scienza, l'innovazione nella didattica delle scienze, la ricerca sui temi Science in Society e lo sviluppo di una cittadinanza scientifica.

Non casualmente, alla decisione di istituire Agorà Scienza come centro interuniversitario, si accompagna da parte del Senato Accademico dell'Università di Torino l'approvazione il 3 marzo 2009 della seguente dichiarazione: “L'Università degli Studi di Torino, nel convincimento che la conoscenza rappresenta una risorsa essenziale per l'economia e per la crescita della società, considera il dialogo con la società e il trasferimento tecnologico e della conoscenza obiettivi primari e a tal fine favorisce e sostiene processi di sviluppo fondati sulla conoscenza e sulla loro comunicazione. L'Università degli Studi di Torino, al fine di costruire un rapporto aperto e dialogico con la società, ritiene che la formazione degli studenti e dei ricercatori alla comunicazione pubblica della ricerca, la creazione di nuovi spazi di confronto e studio sui temi del rapporto complesso tra scienza e società, lo stimolo alla costruzione di una solida “cittadinanza scientifica” siano da considerare tra i suoi obiettivi.”

Non è possibile addentrarci anche solo superficialmente sulle attività che il Centro ha finora sviluppato sia verso la Società che, soprattutto, la Scuola e che gli sono valse due prestigiosi riconoscimenti internazionali nell'ultimo anno.

Limitiamoci ad alcuni titoli di queste attività con l'invito ad andarle ad approfondire sul web al sito [www.agorascienza.it](http://www.agorascienza.it).

- **Attività di sensibilizzazione alla comunicazione nei confronti di ricercatori e dottorandi** attraverso una Scuola apposita SCS (Scienza, Comunicazione, Società) che ha già operato nelle sue 6 edizioni su temi diversi ma sempre legati ai rapporti scienza società.
- **Attività di ricerca**, che oltre all'organizzazione di conferenze, meeting, incontri di vario tipo ha portato alla recente pubblicazione di un volume per i tipi de Il Mulino dal titolo “Come cambia la comunicazione della scienza (Nuovi media e la terza missione dell'Università)” e ad un importante progetto di indagine conoscitiva rivolta, per la prima volta in assoluto in Italia almeno, ad una intera classe di scienziati italiani con un rovesciamento totale di quello che di solito avviene in queste iniziative.
- **Attività nei confronti della Scuola** che è forse il campo nel quale maggiore è stato l'impegno del Centro e dove più estesi sono stati i risultati.

Il progetto più innovativo è chiamato Scienza Attiva ([www.scienzattiva.eu](http://www.scienzattiva.eu)). Si tratta di un progetto di democrazia partecipativa su temi scientifici organizzato quasi del tutto via web che è stato sviluppato per la prima volta in Italia e, ha raggiunto in 4 anni circa 6000 studenti di 14 Regioni (si sta studiando una estensione europea).

Una seconda iniziativa di forte interesse, chiamata Scientific Summer Academy, giunta ormai alla terza edizione, ha riguardato invece una selezione molto elitaria di 50 fra i migliori studenti delle scuole superiori piemontesi.

Fra le attività ancora da menzionare in questo filone, una giornata dedicata alle cellule staminali in collaborazione con UNISTEM.

- **Attività nei confronti del pubblico colto/informato**, pur non fra gli scopi prioritari del Centro si sono tradotte in svariate iniziative strategiche fra cui ricordiamo un Convegno, L'Università ponte tra Scienza e Società e, in epoca più recente, un ciclo di dieci incontri organizzati in collaborazione con l'Accademia delle Scienze di Torino in occasione dei 150 anni dell'Unità d'Italia di alto contenuto scientifico multidisciplinare intitolato Il Secolo della Scienza e, per completezza, le giornate a ricordo della ricorrenza (200 anni) dei lavori seminali di Amedeo Avogadro.

- **Attività nei confronti del pubblico generalista**: molte e di diversa importanza.

La più rilevante, è stata l'organizzazione insieme ad altre due Istituzioni piemontesi della quarta edizione del più grande convegno europeo pan-scientifico rivolto sia agli scienziati che al grande pubblico, lo EuroScience Open Forum (ESOF2010) che nel luglio 2010 ha portato a Torino quasi 5000 scienziati (di cui il 50% giovani e il 50% donne) che in una cornice di grande prestigio hanno avuto a disposizione un programma di circa 200 sessioni scientifiche di tutte le tipologie trasmesse e registrate per la prima volta tutte integralmente via web (circa 500.000 contatti). L'evento ha visto la partecipazione alle attività complementari di intrattenimenti cittadini di oltre 75.000 persone del grande pubblico (vedi [www.esof2010.org](http://www.esof2010.org)).

Una seconda iniziativa è la Notte Europea dei Ricercatori promossa e finanziata dalla Commissione Europea che a Torino e in Piemonte è stata presente in tutte le sei edizioni finora svolte, dal 2006 al 2012 che hanno visto una partecipazione crescente di pubblico e di città partecipanti. Agorà Scienza è stata fra i partner di tutte queste edizioni e in particolare ha direttamente coordinato le ultime due.

Il messaggio conclusivo è che al di là di una sana competizione disciplinare fra Università da incoraggiare fortemente per le possibili collaborazioni e per gli sviluppi cui potrebbe portare, l'esempio del Centro Agorà Scienza dimostra la viabilità di una forma nuova di collaborazione cui si può giungere sul tema della Terza Missione dell'Università che può tradursi in una sinergia di alta qualità di cui il modello discusso ha mostrato l'operatività e la produttività.

Pochi i dubbi sulla possibilità di estendere questo esempio di collaborazione a livello nazionale e, per alcune iniziative, addirittura a livello internazionale.

di Nicola Vittorio  
Liù M. Catena

*Dipartimento di Fisica,  
Università degli Studi  
di Roma Tor Vergata*

*Centro di Ricerca e  
formazione permanente  
per l'Insegnamento delle  
discipline scientifiche,  
Università degli Studi  
di Roma Tor Vergata*

# *Il Piano nazionale per le Lauree Scientifiche*

## LABORATORIALITÀ, CREATIVITÀ E CITTADINANZA SCIENTIFICA

Il Piano nazionale per le Lauree Scientifiche (PLS) è la naturale evoluzione delle attività iniziate nel 2004 dal Progetto Lauree Scientifiche e della conseguente necessità di passare dalla sperimentazione ad una realizzazione di sistema.

Nella fase di avvio l'obiettivo principale del PLS è stato quello di contrastare la crisi delle vocazioni scientifiche che, seppur comune a quasi tutti i paesi dell'OCSE, ha avuto l'inevitabile risultato di una perdita di competitività italiana nella scienza e nell'alta tecnologia. Proprio per questa sua motivazione iniziale, il progetto ha tenacemente lavorato per incrementare il numero di iscritti ai corsi di laurea in Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali. È utile rammentare che nel periodo 2005 - 2008 le immatricolazioni ai corsi di laurea interessati<sup>1</sup> hanno avuto una significativa crescita: più del 70% per la classe di Scienze Matematiche (L-35); più del 14% per la classe di Scienze e Tecnologie Fisiche (L-30) e oltre il 33% per la classe di Scienze e Tecnologie Chimiche (L-27).

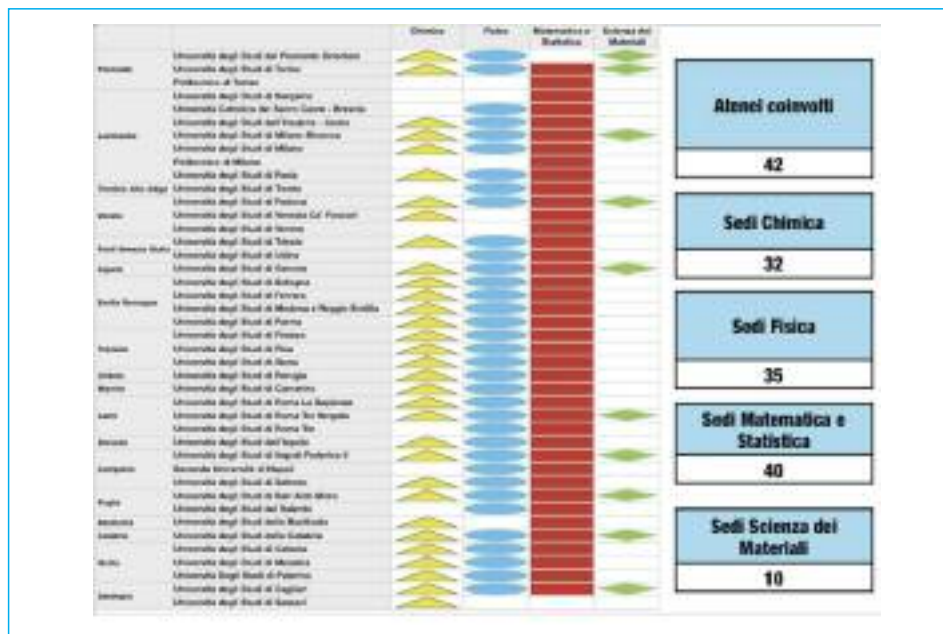


1. Il Corso di laurea in Scienza dei Materiali può afferire alla classe di laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche (L-27) o alla classe di laurea in Scienze e Tecnologie Fisiche (L-30).

Tale crescita non può, evidentemente, essere ricondotta solo alle attività del PLS: indubbiamente si tratta di un fatto positivo a cui il PLS ha certamente contribuito concentrando le proprie risorse umane, economiche e strumentali verso un miglioramento della conoscenza e della percezione delle discipline scientifiche nella scuola secondaria di secondo grado.

Da subito la mission del Progetto Lauree Scientifiche, da considerare il positivo risultato di un programma di collaborazione tra il Ministero dell’Istruzione, Università e Ricerca, la Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie e Confindustria, è stata l’esigenza assoluta di far dialogare e lavorare insieme mondi storicamente distanti come quelli della istruzione, della formazione e della produzione.

Quasi 3.000 scuole coinvolte, 42 Atenei e oltre 4.000 attività<sup>2</sup>: questi sono i numeri che parlano del successo del progetto che mediante una efficace architettura metodologica - basata su laboratori, tirocini, workshop, partecipazione attiva - ha permesso di ripensare l’insegnamento di discipline giudicate, troppo spesso e pregiudizialmente, “noiose e ostiche”.



L’insegnamento delle materie scientifiche nella scuola secondaria superiore e la diffusione della cultura scientifico-tecnologica hanno un ruolo strategico per il futuro del Paese. La durissima e, purtroppo ancora, attuale crisi economica che attanaglia una grossa parte dei Paesi dell’Unione Europea ha dimostrato ineludibilmente che la formazione completa delle persone è un beneficio che va al di là dell’ambito individuale: essa ricade su tutta la comunità, sia sul piano sociale che su quello economico. È questa la linea lungo la quale il PLS continuerà a muoversi nei prossimi anni di attività e gli elementi sopra rappresentati indicano le caratteristiche essenziali del progetto. Nelle pagine successive si cercherà di dare una descrizione, sintetica ma attenta, del programma e dei passaggi cruciali della storia del Progetto e poi Piano nazionale per le Lauree Scientifiche.

## IL PROGETTO LAUREE SCIENTIFICHE

A ridosso della fine degli anni novanta del Novecento la crisi delle vocazioni scientifiche diventa un fenomeno che si manifesta in molti Paesi del mondo ma, come rilevano le statistiche OCSE del tempo, soprattutto nei Paesi sviluppati. L’Unione Europea si interroga sulle cause di tale emorragia e inserisce all’interno del “VI Programma Quadro per

2. Periodo dal 2004 ad oggi. Fonte: CINECA.

la ricerca”<sup>3</sup> e del programma “Scienza e Società”<sup>4</sup> l’esplicito mandato a fornire un rendiconto analitico del fenomeno, delle sue possibili cause e di conseguenza a proporre delle soluzioni concrete.

Questa è la cornice in cui nasce, in Italia, il progetto “Lauree scientifiche” la cui strategia è quella di coordinare gli irrinunciabili interventi di tutti gli attori interessati: Organi Istituzionali, Scuola, Università e Impresa.

Prontamente, il progetto si candida a trovare proposte valide per il rilancio dello studio e dell’utilizzo delle materie scientifiche. L’idea è di mettere in campo provvedimenti strutturali mirati a stimolare l’interesse dei giovani allo studio di queste materie; a dispensare, partendo dalla scuola superiore, una più adeguata preparazione nelle materie scientifiche di base; a potenziare l’interazione tra università e impresa al fine di favorire l’inserimento dei giovani nel mondo occupazionale e dei migliori studenti nel mercato dell’alta tecnologia.

Ci si rende conto dell’urgenza, improrogabile, di raddrizzare l’errata percezione, diffusa tra i giovani, di grame prospettive di carriera con redditi inadeguati per coloro che scelgano percorsi universitari orientati alle scienze di base. In effetti tale percezione sembra essere una delle ragioni determinanti per il declino delle cosiddette “vocazioni scientifiche” benché una serie di indagini ISTAT sui laureati del tempo<sup>5</sup> testimoni, contrariamente, il fatto che i laureati scientifici trovino un’occupazione stabile nella percentuale del 75%, dopo solo tre anni dal conseguimento della laurea.

Partendo quindi dalla necessità di osteggiare, superare e abbattere l’impressione sopra raffigurata e dalla determinata convinzione di difendere la competitività internazionale del Paese, basata senza ombra di dubbio sull’incremento della ricerca scientifica e tecnologica, venne stabilito di promuovere un intervento mirato a sostegno delle cosiddette “scienze dure”, ovvero la Chimica, la Fisica e la Matematica.

Questo è l’esordio del progetto “Lauree Scientifiche”, il quale senza indugio effettua un robusto rafforzamento dell’orientamento pre-universitario, degli studenti delle scuole secondarie di secondo grado, a cui segue una più produttiva armonizzazione del percorso formativo degli studenti della laurea triennale alle richieste del mondo del lavoro utilizzando, più energicamente, la pratica dello stage, presso imprese ed aziende, da parte degli studenti di Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali.

Sfruttando lo strumento dell’orientamento pre-universitario il PLS offre l’opportunità di sperimentare negli istituti scolastici nuovi modelli e strumenti di didattica orientativa. Essa è mirata al potenziamento delle competenze, sia di base sia scientifiche, negli studenti del triennio delle scuole superiori ed è inserita nella pratica quotidiana. L’apertura al quotidiano consente allo studente di interpretare il reale e vedere le applicazioni della scienza alla tecnologia. In tal modo si assicura a tutti gli studenti, che escono dalla scuola dell’obbligo, l’acquisizione di conoscenze, abilità e competenze atte a esercitare una “cittadinanza scientifica”.

Agli insegnanti il PLS propone strumenti e mezzi, oltre a formazione e informazione, coinvolgendoli in prima persona nella progettazione di attività didattiche per innovare i processi di insegnamento-apprendimento grazie a una poderosa offerta di stimoli metodologici, disciplinari e culturali. I docenti partecipano attivamente a gruppi di lavoro per confrontare esperienze, per realizzare esperimenti da esportare e riprodurre in classe con gli studenti, per discutere riguardo i possibili rinnovamenti da apportare nella didattica

3. European Research Area - Sixth Framework Programme 2002-2006  
[http://ec.europa.eu/comm/research/fp6/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/comm/research/fp6/index_en.html)

4. European Research Area - Science and Society in Europe  
[http://ec.europa.eu/research/science-society/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/science-society/index_en.html)

5. “Università e lavoro”, 2004

della Chimica, della Fisica e della Matematica svolta nelle aule scolastiche.

Il risultato di questa faticosa attività di co-progettazione tra insegnanti e docenti universitari è l'affermazione di numerosi laboratori rivolti agli studenti per sollecitarli riguardo lo studio delle materie scientifiche e fornire loro le basi del metodo scientifico. Essi praticano la didattica laboratoriale, cifra del PLS, una metodologia unica per indurre la crescita intellettuale dei giovani basata come è sul lavoro di squadra e sulla cooperazione, prerogative che valorizzano i diversi stili di apprendimento. I laboratori PLS richiedono un'attività assolutamente consistente e non episodica, che implica il coinvolgimento attivo degli studenti, il ricorso sistematico agli esperimenti, il lavoro in team, il dialogo, il confronto e la soluzione di problemi. Si impara a raccogliere dati, a valutarne la pertinenza, a formulare congetture e ad interpretare i risultati ottenuti elaborando modelli teorici. In tale accezione il "laboratorio", interpretato come metodologia, integra, correla e completa l'attività didattica tradizionale.

#### IL PROGETTO LAUREE SCIENTIFICHE SI TRASFORMA IN PIANO NAZIONALE LAUREE SCIENTIFICHE

Come si è visto, il Progetto Lauree Scientifiche introduce importanti novità nelle relazioni tra Scuola, Università e mondo del Lavoro. Dal 2005 al 2008 sono state concretizzate molteplici attività, con un buon indice di apprezzamento come rilevato dalle indagini dell'Istituto IARD per le Ricerche Politiche e Socioeconomiche<sup>6</sup>, e attuati positivi modelli di orientamento e di formazione dei docenti in servizio. L'intensa cooperazione tra Scuola e Università ha registrato significative ricadute in materia di insegnamento-apprendimento delle discipline scientifiche favorendo sia l'orientamento pre-universitario sia la proposizione, da parte delle scuole, di iniziative orientative, ideate e pianificate come parte costitutiva e fondamentale dell'insegnamento della disciplina.

Tutti i soggetti attivi nel PLS, dal livello nazionale (MIUR, Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie e Confindustria) a quello regionale (Uffici Scolastici Regionali, Università e Associazioni di imprese) per approdare territorialmente alle singole Scuole, ai vari Enti di ricerca e alle Aziende, hanno eseguito una serie ragionata e programmata di azioni per ottenere in misura maggiore lo sviluppo della cultura scientifica, a dispetto delle sterili e precostituite gerarchie dei saperi.

Un meticoloso sistema di monitoraggio delle attività, interpretato anche come fruttuoso strumento organizzativo, promosso dal PLS dapprima insieme alla Rete per la Qualità nella Scuola<sup>7</sup> e successivamente con il CINECA<sup>8</sup>, ha procurato un dettagliato quadro delle risorse umane e finanziarie impiegate, congiuntamente al numero, le tipologie e i contenuti delle attività e dei prodotti compiuti.

Gli esiti sopradescritti inducono il MIUR, nell'Aprile del 2010, a puntare ancora di più sul PLS con la finalità di passare dalla sperimentazione a una realizzazione di sistema, esaltando le pratiche migliori, avendole testate, messe alla prova e avendo giudicato la loro efficacia e funzionalità. Viene rilanciato il "Progetto" per un nuovo sviluppo della filiera scientifico-tecnologica dell'offerta formativa, anche in relazione alle attese del complesso produttivo, che trova la propria nuova formulazione in "Piano" nazionale Lauree Scientifiche.

L'obiettivo basilare del Piano resta la realizzazione di laboratori di orientamento per le discipline scientifiche e di formazione degli insegnanti di materie scientifiche. Il PLS si

6. Monitoraggio e valutazione dei laboratori dei progetti di Orientamento e Formazione degli Insegnanti, Progetto Lauree Scientifiche" – Edizione 2007

"Studio prospettico dei laboratori di Orientamento e Formazione degli Insegnanti. Il Progetto Lauree Scientifiche nel vissuto dei docenti" – Edizione 2010

7. ReQuS: [www.requs.it](http://www.requs.it)  
<http://www.requs.it/formazione/framewebsite.asp>

8. [www.cineca.it](http://www.cineca.it)

focalizza nella proposta di un tipo di orientamento da interpretare come un'opportunità data agli studenti per confrontarsi con i temi, i problemi e le idee delle discipline scientifiche e per favorire la scoperta delle vocazioni individuali rispetto alle scelte personali del proprio progetto di vita. Inoltre i ragazzi vengono aiutati in un percorso di autovalutazione con lo scopo di mettere alla prova e consolidare le proprie conoscenze in previsione di quanto richiesto dai vari corsi di laurea di indirizzo scientifico<sup>9</sup>.

Il PLS concepisce una formazione degli insegnanti in servizio come un'attività propria degli insegnanti stessi, che trae origine da problemi reali e si sviluppa attraverso la progettazione e la realizzazione di esperienze didattiche – negli aspetti teorici e sperimentali – generate dal confronto con colleghi ed esperti dell'università e delle associazioni imprenditoriali.

Viene altresì ribadita la fondamentale importanza dell'impegno degli insegnanti nelle attività di orientamento pre-universitario a favore degli allievi. Il PLS propone percorsi di approfondimento delle conoscenze disciplinari e interdisciplinari dei docenti, affinché esse vengano trasferite validamente e con modalità svecchiate, in classe per un apprendimento più vigoroso delle materie scientifiche.

Ecco sviscerata l'idea portante del PLS: ottenere, contemporaneamente, l'orientamento degli studenti e la formazione degli insegnanti attraverso la progettazione e la realizzazione congiunta da parte di docenti della scuola e dell'università di laboratori per gli studenti, esaminando a fondo, con piena evidenza, le relazioni e gli intrecci fra il sistema scolastico e quello universitario.

Il laboratorio che il PLS prende in considerazione, studiandolo e sperimentandolo, è un'attività consistente e come già detto non episodica, progettata da docenti della scuola e dell'università, con intenti formativi dove gli studenti ricoprono un ruolo centrale colloquiando e lavorando in gruppo con i propri pari e con gli insegnanti. Prendendo decisioni, e pianificando i tempi e le fasi dei loro interventi, essi acquisiscono consapevolezza delle proprie capacità cognitive, elaborano strategie cognitive attraverso l'uso di una didattica orientata metacognitivamente che crea competenze.

È del tutto evidente che i suddetti laboratori sono la giusta conseguenza di accurati studi disciplinari, di sperimentazioni metodologiche e curriculari, di una perseverante attività di ricerca-azione basata sul confronto intellettuale e sulla discussione: tutti elementi fondanti del percorso di progettazione che avviene attraverso incontri tra i docenti della scuola, dell'università e di altri esperti per la creazione e la valutazione dei laboratori.

Si crea una rete articolata e complessa di soggetti, operosi nella scuola e nell'università, che tende a riunirsi per progettare, documentare, monitorare e valutare le prestazioni degli studenti, di come essi esplicano i compiti affidati e/o autonomamente stabiliti e in quale modo raggiungono gli obiettivi.

La realizzazione di laboratori contempla anche la produzione di materiali per i laboratori medesimi: schede descrittive delle pratiche sperimentali e delle esperienze, oggetti di natura tecnico-scientifica usati per lo svolgimento degli esperimenti, prodotti multimediali, testi, ipertesti sia per gli studenti sia per gli insegnanti, strumenti per la valutazione e la certificazione delle iniziative.

Da ultimo, ma non per importanza, va ricordata una significativa attività intrapresa dal PLS: la pianificazione di “un quadro di riferimento delle conoscenze all'ingresso dei corsi

9. Indicazioni presenti nell'art.6 del D.M. n. 270/2004 e nell'art.2 del D.Lgs. n. 21/2008.



di laurea scientifici: verifiche e azioni congiunte tra università e scuola”. Questa azione intende dare una risposta fattiva alla verifica delle conoscenze dello studente nella fase di ingresso nel mondo universitario, come previsto dalla normativa vigente (D.M. 270/2004). Gli atenei organizzano delle mirate attività didattiche da considerarsi “di recupero”, di sostegno per gli studenti che abbiano difficoltà a cimentarsi, più o meno brillantemente, con le prove di verifica delle conoscenze in ingresso, previste, come già evidenziato, dai regolamenti dei vari corsi di laurea. Il PLS stimola e incoraggia le scuole e gli insegnanti a realizzare “laboratori per l’autovalutazione e per il miglioramento della preparazione richiesta dai corsi di laurea scientifici”. Le università, da parte loro, sostengono e supportano tale operazione contribuendo in maniera concreta al processo di orientamento alla scelta universitaria.

Questo tipo di attività, già messa in atto tra il 2005 e il 2008 dall’area disciplinare “Orientamento e formazione insegnanti: matematica”, prevede una serie di azioni e misure organizzative, a livello nazionale, attivate in collaborazione con il Coordinamento nazionale dei test di ingresso realizzato dalla Conferenza nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie. Ad oggi le azioni compiute, in accordo con quanto previsto dalle Linee guida del Piano, sono state<sup>10</sup>:

- la realizzazione e la validazione scientifico-didattica di un Quadro di riferimento nazionale, comprendente syllabi delle conoscenze richieste e una banca di quesiti calibrati, per le prove di verifica all’ingresso;
- l’organizzazione nazionale e la somministrazione di test calibrati per gli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori, fra cui anche prove valide per la verifica delle conoscenze richieste all’ingresso dei corsi di laurea scientifici, sviluppando in particolare la modalità on- line;
- la costruzione dei sistemi informatici per l’archiviazione dei quesiti e dei risultati delle prove; la costruzione del sistema di analisi dei risultati e di calibrazione dei quesiti con opportuni modelli statistici.

Si desidera terminare questo contributo riportando il lettore sul punto dal quale si è partiti, ossia il “laboratorio”. Laboratorio come pratica metodologica “attiva” che faccia esperire allo studente il senso del problema che affronta e delle soluzioni che trova, che stimoli curiosità e meraviglia, pensiero critico e metodo scientifico rendendolo sempre più autonomo, sicuro e consapevole delle competenze che sta consolidando.

Laboratori creativi originati da un ambiente in cui lo studente possa sviluppare un apprendimento attivo, orientato alla ‘ricerca e innovazione’, in quanto la creatività non si palesa solo nella sfera individuale ma necessita di un luogo di cooperazione e collaborazione.

10. <https://laurescientifiche.cineca.it/public/>

Cerchiara  
Degiacomi  
Ferrari  
Givone  
Monge  
Rachetto  
Romaniello  
Mazzitelli  
Peduto  
Cavazza  
Fabianelli  
Furini  
Gessi  
Margotti  
Meneghini  
Nania  
Pancaldi  
Zuffa  
Pilu  
Zanini  
Piastra

*9 ottobre 2012*

Sessione 1 Carta stampata: la divulgazione attraverso libri e riviste  
Sessione 2 Musei ed eventi speciali: la fisica in mostra

di P. Leonardo Cerchiara

*Dipartimento di fisica -  
Università degli Studi  
di Udine*

# *La fisica su strada*

## ABSTRACT

La fisica è nelle azioni quotidiane. Caso esemplare è quanto attiene alle problematiche relative alla sicurezza stradale. Le norme stradali vengono viste quasi sempre come imposizioni di autorità superiori e, quasi mai, come leggi della fisica. Nell'anno scolastico 2010/2011 è stata ideata una campagna per la sicurezza stradale, realizzata nell'ambito dell'ITG "Pertini" di Pordenone, in collaborazione con il Comune di Pordenone e col patrocinio dalla Commissione Europea. Tale campagna ha avuto come finalità la diffusione di una maggiore coscienza per la sicurezza stradale, tra gli allievi ed il personale dell'istituto, oltre che tra la popolazione cittadina. Diffusione avvenuta attraverso l'esposizione di alcuni manifesti stradali, incentrati su problematiche stradali legate a leggi o principi fisici.

## INTRODUZIONE

La fisica è nelle azioni quotidiane, ma non sempre ci se ne accorge!

Guidare un'automobile, o qualsiasi altro mezzo, viene spesso percepito come attinente un'abilità fisica o un'arte, dimenticandosi che in realtà sia semplicemente un susseguirsi d'interazioni con basilari leggi della fisica che, in quanto tali, necessitano di un approccio rigoroso. Le norme stradali vengono viste quasi sempre come imposizioni di autorità superiori e, quasi mai, come leggi della fisica (in quanto tali, ineludibili!).

Nell'ambito dell'educazione stradale, l'Istituto Tecnico Statale per Geometri "S. Pertini" di Pordenone ha aderito alla Carta Europea per la Sicurezza Stradale, con l'iniziativa "La fisica su strada", firmandone l'adesione nella Cerimonia svoltasi a Roma il 28 Ottobre 2010, presenti diverse autorità ed esperti. La Carta Europea per la Sicurezza Stradale è una piattaforma partecipativa costituita da istituti di ricerca, enti pubblici, aziende ed associazioni. Questi attori intraprendono delle azioni concrete e condividono delle buone pratiche per la risoluzione di problematiche relative alla sicurezza stradale, constatate quotidianamente nell'ambiente circostante. L'obiettivo della Carta, che conta oltre 2000 firmatari, consiste nel contribuire a limitare il numero delle vittime della strada.

(Per ulteriori info: [www.erscharter.eu](http://www.erscharter.eu))

## L'INIZIATIVA

Nell'ambito di tale Congresso, nella sezione "Musei, mostre ed eventi speciali", è stata

presentata la campagna per la sicurezza stradale, attuata a partire dal 2010. Tale campagna è stata realizzata per conto dell'Istituto Tecnico Statale per Geometri di Pordenone e del Comune di Pordenone, con l'ausilio di uno studente della classe 2E dell'istituto che ne ha curato la grafica, di nome Cosmin Trifan. Nell'ambito della campagna sono stati realizzati, in particolare, 4 manifesti stradali che associano 4 distinte problematiche fisiche, esplicitate attraverso semplici esperimenti di laboratorio di fisica, ad altrettante diverse criticità nella sicurezza stradale:

- Il teorema dell'impulso all'urto di un'auto contro un ostacolo fisso (a parità di velocità, la forza scaricata sull'auto dall'ostacolo è maggiore se maggiore è la massa dell'auto stessa!);
- La conservazione della quantità di moto ad un tamponamento (a parità di velocità, le conseguenze per l'auto tamponata sono maggiori se l'auto che tampona ha massa maggiore di quella dell'auto tamponata!);
- La posizione del baricentro ad un ribaltamento di un'auto (più alto è il baricentro dell'auto più è probabile che quest'ultima si possa ribaltare!);
- La legge di Newton ai consumi (a parità di velocità, se maggiore è la massa dell'auto, maggiore sarà il suo consumo di carburante!).

Tali manifesti stradali sono stati esposti in formato ridotto (60x20 cm) nell'atrio nell'Istituto Tecnico Statale per Geometri di Pordenone e in formato 6x2 metri per le vie della città, in posizioni di rallentamento o di stazionamento stradale (incroci semaforici, piazze). I manifesti sono poi stati pubblicati sul sito della Carta Europea per la Sicurezza Stradale. Di seguito vengono riportati nell'ordine il Manifesto 2 ed il Manifesto 3.



Immagine 1: tamponamento



Immagine 2: ribaltamento

## RISULTATI

Prima di essere esposti, i manifesti sono stati sottoposti per pochi secondi all'attenzione di un campione di 100 studenti di età compresa tra 14 e 17 anni, per testarne l'efficacia visiva dei messaggi.

Le risposte, libere, sono così state:

### *Manifesto 1:*

Urti	42%
Teorema impulso	27%
Velocità limite	31%

### *Manifesto 2:*

Tamponamento	72%
Incidente	25%
Omicidio	3%

### *Manifesto 3:*

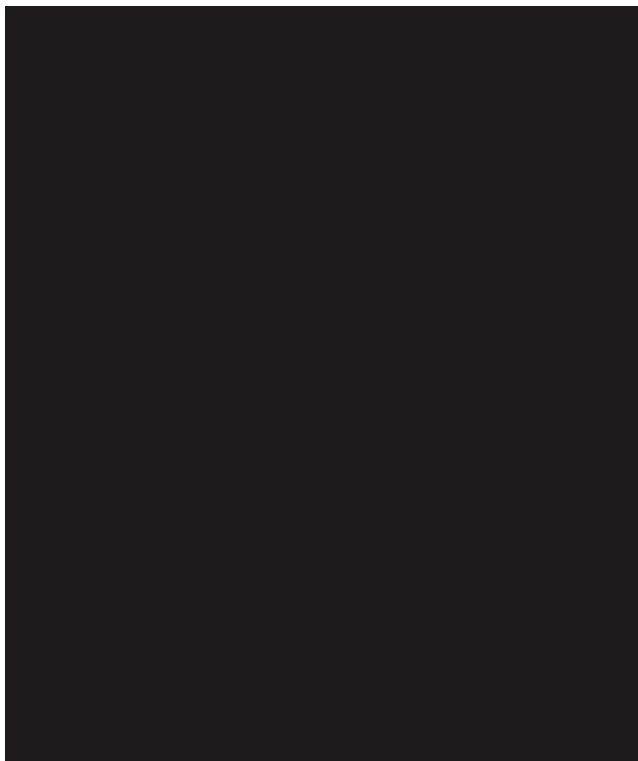
Ribaltamento	64%
ESP guasto	10%
Legge fisica	26%

### *Manifesto 4:*

Consumo	75%
Legge fondamentale dinamica	21%
Velocità	4%

Oltre che il messaggio legato all'incidentalità stradale si può certamente osservare che ha destato notevole interesse anche il legame evidenziato con la fisica.

Questa campagna per la sicurezza stradale ha infatti per la prima volta legato direttamente la fisica ad alcuni manifesti stradali, pur se con la loro esposizione in una singola città.



di Carlo Degiacomi

*Direttore del Museo  
A come Ambiente*

# Tre punti

PER UNA MIGLIORE FORMAZIONE SCIENTIFICA,  
PROVENIENTI DA UNA ESPERIENZA MUSEALE  
INTERATTIVA E MULTIMEDIALE “SPINTA”

## TRE PUNTI

**Il primo:** riguarda i contenuti nuovi anche in ambito ambientale, che dovrebbero essere più diffusi come ad esempio la conoscenza dei cicli di vita, dei cicli produttivi, dei prodotti, dei servizi, di altre azioni umane.

**Il secondo:** riguarda di più il metodo, che potrebbe essere comune a vari diversi soggetti: l'uso dell'interattività, della mente aperta, del rapporto costante tra scuola e aziende e centri di ricerca;

**Il terzo:** riguarda la necessità di fare rete (parola spesso evocata e poco praticata), che vuol poi dire fare sistema, tra soggetti diversi, su due temi in particolare ispirati all'ambiente: 1- perché è difficile imitare la natura? 2- Smart City.

## RELAZIONE

Poche parole in sintesi sul Museo: dal 2004 ospitato in una struttura ex industriale in corso Umbria, compie 8 anni. È stato promosso dagli enti (Città di Torino, Provincia di Torino, Regione Piemonte) e altri 15 soci pubblici e privati, uniti dalla volontà di fare educazione ambientale di massa, che vuol dire anche divulgazione scientifica di massa. Oltre 50.000 presenze l'anno. Molto importanti nella visita gli animatori/divulgatori. I temi principali di un museo della contemporaneità: energia, trasporti, mobilità, rifiuti, acqua, cambiamenti climatici, suolo, aria, infinitamente piccolo, alimentazione).

## TESI

in un museo l'interattività e la multimedialità attraverso gli exhibit e l'uso anche di nuove tecnologie, di sensori, di touch, di forme partecipative non è l'unico modo di raccontare scienza, tecnologia, temi e problemi, ma certo sia un modo efficace e utile. Ci riferiamo ad una interattività spinta, ad esempio espositiva e non solo laboratoriale, che aiuta a fissare concetti e analizzare problemi, proprio per le esperienze che propone ai visitatori, a partire dall'attenzione alla diffusione del metodo scientifico, alle conoscenze di base, che purtroppo non sono così diffuse oggi.

Il metodo utilizzato al Museo purtroppo non è molto diffuso in Italia.

La crisi ha frenato e non accelerato il percorso che molte strutture stavano iniziando per sviluppare nei musei (luoghi permanenti) varie progettazioni, con vari linguaggi verso



l'esperienza della interattività e multimedialità che possiamo chiamare "spinta", tipica di un'aria culturale europea. Ci sarebbe bisogno di un profondo ripensamento in Italia della nozione stessa di museo specie scientifico inserito in una rete di esperienze che partano dalla divulgazione collegata alla contemporaneità.

#### IL TAGLIO CULTURALE DEL MUSEO

In sintesi ci occupiamo soprattutto di vita quotidiana, di ciò che scorre sotto il naso; lo facciamo non dando per scontate le conoscenze di base; siamo attenti all'attualità, e anche alle scoperte scientifiche e alle nuove tecnologie; non sosteniamo tesi ma proponiamo analisi dei temi con il metodo del pro e contro; parliamo di scienze e tecnica, ma anche di comportamenti singoli e collettivi, di buone pratiche, ...

Ad esempio. La scuola ha bisogno di aiuti da strutture esterne, anche per non rischiare l'autosufficienza. Siamo una realtà curiosa perché non siamo solo una struttura espositiva e propositiva, ma anche produttori di exhibit per noi stessi e per altre realtà, con uno stile caratteristico "conoscere e giocare", con un equilibrio studiato tra gli aspetti ludici e gli aspetti conoscitivi.

Abbiamo avuto, tra gli altri, due personaggi significativi che si sono occupati recentemente del Museo. Francesco De Bartolomeis, il pedagogo italiano, "giovane" di 94 anni, che ha parlato della nostra esperienza come di una interfaccia permanente, in andata e ritorno, che aiuta le scuole e le famiglie a interpretare le altre realtà, a collegarsi con sfaccettature diverse della quotidianità. E il giornalista Massimo Gramellini ci descrive come un museo che dove si respira anche l'aria del futuro proprio per il nostro tentativo di essere attenti a quanto si evolve nel campo della scienza e delle tecnologie e che influisce o può influire positivamente sui nostri comportamenti quotidiani.

Primo punto

#### CONTENUTI - LA FISICA E L'AMBIENTE STANNO BENE INSIEME

L'ambiente è un tema che oggi è sempre più trasversale e preso in considerazione. Non deve solo essere solo un tema di moda, ma un tema che permette di sviluppare forti relazioni tra una branca del sapere e l'altro, che sempre di più dovrebbe essere un argomento che aiuta le persone a scegliere con consapevolezza. Per la scuola potrebbe essere (oggi lo è solo per alcuni), uno splendido tema trasversale, interdisciplinare, che spinge a scoprire la passione dell'educazione (formazione) scientifica nella scuola, nella società e nell'informazione.

Nello stesso tempo è un tema che oggi purtroppo è anche trattato e spinto in direzione della diffusione di luoghi comuni, dove la superficialità è forte, dove c'è troppo spazio per i fondamentalismi, fino ad aspetti di rigetto antiscientifico. Cosa ben diversa da un utile e maturo atteggiamento, anche critico verso la scienza e le sue applicazioni. Spesso è oggi difficile scegliere con la propria testa, perché in balia di emozioni e sentimenti (che pure sono aspetti importanti), piuttosto che di informazioni credibili e scientifiche. Scienza e tecnologia sono realtà spesso distorte anche dai media di massa: superficialità, errori, confusione, paure immotivate, curiosità deformate. L'obiettivo dell'Educazione ambientale e dell'Educazione alla sostenibilità invece equivale per noi a favorire la libertà di pensiero per arrivare a essere una persona in grado di fare scelte ragionate e consapevoli,

specie sull'ambiente. Oggi una nuova cultura, (anche ma non solo ecologista), deve essere percorsa in tutte le sue articolazioni, da molti soggetti con finalità comuni. Ad esempio: è possibile che si scelga meglio nelle proprie azioni, se si conosce il ciclo di vita di tutto quanto ci passa tra le mani, che l'intelligenza individuale e collettiva si eserciti per far conoscere e informare sui passaggi complessivi, sui processi di produzione come di smaltimento, sulla produzione di CO<sub>2</sub> e sugli inquinamenti come sulla capacità di ridurre le emissioni e di aumentare l'efficienza; e così via. Tutti aspetti che oggi a scuola e in famiglia aiuterebbero a orientarsi nella crisi economica, con scelte adeguate e appropriate anche individuali. La fisica ha un ruolo fondamentale in tutto questo, ovviamente anche in rapporto con le altre discipline.

### **Il nostro contributo.**

Il Museo non si pone solo il problema di informare sui risparmi energetici, o sulla raccolta differenziata, e le sue reali trasformazioni prodotte dall'uomo, ma di porre a tutti domande del tipo: oggi è possibile conoscere e valutare meglio quanto avviene nelle trasformazioni dell'uomo? Aumentare l'attenzione alla natura? Ad esempio capire quanto è utile inventare nuovi materiali, quali sono i vantaggi, che cosa è il rendimento e l'efficienza, e così via.

Oggi c'è chi è troppo ottimista, chi è troppo pessimista, a noi interessa incontrarsi con la curiosità delle persone perché ognuno sia informato con dubbi; ognuno conosca di più al fine di modificare e proporre nuove pratiche, nuovi comportamenti. È una sollecitazione a comprendere, a usare la mente in forma aperta, a porsi domande, a cercare varie risposte da confrontare, a non dare tutto per scontato, a verificare. Su questo punto: è possibile che ad ogni livello a partire da quello scolastico, si scelga di eleggere a prioritario un taglio culturale trasversale: L'ESAME DEL CICLO DI VITA, DEI CICLI PRODUTTIVI, DELLE IMPRONTE...? In questo senso mi pare che debba esserci una riflessione su come i temi ambientali (intesi con la dovuta trasversalità) possano essere messi in maggiore evidenza dentro ai programmi e ai curricula (dove già spesso stanno senza troppa evidenza) in tutti gli ordini di scuola.

Secondo punto

### **METODO - CONTRO LA SUPERFICIALITÀ, PER SEMPLIFICARE LA COMPLESSITÀ.**

Non mi è mai molto piaciuta la tendenza e la discussione, a volte anche accanita, se per divulgare la scienza, quindi anche la fisica, è meglio partire dalle vite quotidiane di tutti i giorni, dai fenomeni sotto i nostri occhi, dai piccoli fatti per risalire ai concetti e ai grandi temi; oppure invece bisogna entusiasmare i giovani delle grandi scoperte, seguire le ricerche vecchie o nuove, magari nelle varie suddivisioni classiche della fisica.

Tendo a definirlo un falso problema.

Ci sembra che l'approccio divulgativo legato alla realtà e all'interdisciplinarietà (pur evidenziando particolari contenuti scientifici anche di una disciplina) è il modo per attirare l'attenzione, per lasciare in tutti un'educazione alla curiosità e in molti la voglia di scegliere certi ambiti di studio e di approfondimento piuttosto di altri.

Siamo anche noi tra quelli che dicono: "partiamo da casa", da quello che abbiamo sotto il naso, dove possiamo anche verificare e toccare meglio con mano. Però oggi

questa realtà vicina deve essere vivacizzata da quanto si va conoscendo di più, si sta scoprendo, si sperimentando, realizzando, quindi i luoghi della ricerca e delle attività industriali.

Alcuni aspetti della fisica classica sono per molti, a livello di massa, ancora un mistero (noi vediamo anche tra le persone che ci frequentano che l'elettricità spesso è un mistero!), ma non parliamo poi della fisica quantistica che pure ha oltre cent'anni. Noi crediamo profondamente nel contributo che le nuove tecnologie informatiche, la rete internet con tutti i suoi utilizzi possa apportare a questa attenzione maggiore; ad esempio potrebbe aprire campi sconfinati, comunicazione e informazione reale e attenta, fatta di problemi, buone pratiche, proposte. Ma mi sento di parlare anche oggi di superficialità dilagante, spesso proprio grazie ad un uso diffuso della rete web, senza guida e con scarsi siti che abbiamo obiettivi di divulgazione su temi complessi. Spesso in rete invece passano solo le cose curiose, di moda, rispondenti a schemi troppi facili e troppo semplificati, costruite senza basi e senza effettivi riscontri. Serve più per lanciare informazioni non provate, spesso emotive, luoghi comuni che per articolare ragionamenti, per fornire dati credibili e provati, per cercare articolazioni di merito di temi complessi. Allora ci si ferma a pilotare il contro, a sollevare forme demagogiche poco utili per una cultura diffusa. Tutto ciò che è complesso viene scartato. Inoltre ho imparato nella lunga esperienza di comunicatore che un aspetto importante, attento, specie verso i giovani, (che evita anche gli effetti gravi depressivi oggi già molto diffusi) è provare a trasmettere la possibilità nell'affrontare i problemi di vedere insieme " il bicchiere mezzo pieno e insieme quello mezzo vuoto". Non è facile, ma si può fare ed è intellettualmente onesto.

### **Il nostro contributo.**

Abbiamo sperimentato più volte forme di visita degli insegnanti fuori dal Museo, in modo organizzato presso laboratori e aziende. Un meccanismo di "porte aperte", che crea informazione e solidarietà verso gli enti di ricerca e le aziende. Ricordo che alcuni anni fa proprio con il forte impegno del Museo, Corep la Regione Piemonte e Università e Politecnico abbiamo lanciato una manifestazione riuscitissima che si chiamava Porte Aperte all'innovazione. Una proposta da riprendere con varie modalità. Abbiamo organizzato e sostenuto Tour annuali, aperture annuali ad esempio dei laboratori di Arpa Piemonte, momenti di apertura delle aziende di servizi. Questi contatti, se possibile molto più aperti e di massa sono un elemento fondamentale per aprirsi a temi e a voglia di partecipare da parte di famiglie e scuole e di interessarsi alla divulgazione. Bisogna che sia un'operazione fatta in rete e non solo da singoli soggetti in periodi diversi.

Laboratori aperti e laboratori in diretta: negli attuali ampliamenti del Museo in corso abbiamo sviluppato la possibilità di avere laboratori didattici in collegamento con laboratori di Università, Politecnico, Aziende, Centri di ricerca, proprio per poter produrre momenti di contatto tra scuola e pubblico e enti visti come lontani e sconosciuti, per registrare gli incontri per poi utilizzarli in altri momenti di formazione e informazione, per utilizzarle nelle parti salienti sul web. Proponiamo una riflessione per costruire insieme tra vari soggetti siti e materiali fidabili, attenti allo scopo divulgativo, utili e apprezzabili come riferimento per approfondimenti, collegati ad una

rete di esperti di varie professionalità in grado di rispondere e di vivacizzare l'informazione, di aggiornarla rispetto all'evoluzione delle ricerca e della tecnica. Sarebbe un progetto essenziale per il prossimo futuro e aiutare la lotta contro la superficialità. Cito ancora il pedagogo De Bartolomeis: la sua proposta per superare l'auto sufficienza dell'insegnamento di classe e dell'organizzazione scolastica tradizionale è articolata in tre punti: il primo richiede che la scuola frequenti strutture di intermediazione con le realtà complesse esterne alla scuola, proprio come può essere il nostro museo; gli altri due punti sono la presenza di esperti interni con compiti non di insegnamento; la presenza di esperti esterni che assicurino continui aggiornamenti specie sui temi scientifici. Sono spunti interessanti da discutere.

Terzo punto

#### **RETE - FARE RETE PRIVILEGIANDO ALCUNI TEMI.**

Bisogna costruire un sistema a più soggetti per fare passi avanti: una rete per alcuni temi articolati e prioritari. Vuol dire non solo parlare di sinergie e di auspicare collaborazioni ma di essere rete, tra mondi differenti eppure con gli stessi obiettivi di circolazione di informazioni e di divulgazione. Non sempre scienziati e divulgatori sono la stessa cosa.

In particolare visto dal nostro punto di vista che ovviamente privilegia l'ambiente e le innovazioni in tema ambientale, si tratta di proporre alcune nodi e temi abbastanza ampi dove sia possibile aggregare soggetti diversi, che apportano ognuno le proprie competenze.

Semplificare alcuni argomenti, renderli comprensibili, fare attenzione agli aspetti positivi e quelli negativi, sviluppare un'informazione continuativa, organizzata, precisa, concreta e veritiera, passando anche da sensibilizzazioni generiche a dati, proposte tecniche, informazioni sulle nuove scoperte, idee nuove. Due temi che possono aggregare strutture diverse: a- perché è difficile imitare la natura? b- smart city.

#### **Il nostro contributo.**

In entrambi i due temi il peso della fisica è notevole. Ci stiamo lavorando negli ampliamenti e nel riadattamento in corso di alcune sezioni del Museo.

Sul primo tema. Presso A come Ambiente e i suoi allestimenti, pensiamo sia possibile trovare il racconto e la rappresentazione di quanto si va innovando. Ricerche e applicazioni che sia nei processi che nei prodotti per le aziende, sia nella scienza come nelle applicazioni tecnologiche possano essere raccontate e diffuse attraverso mezzi tecnologici interattivi e multimediali, in modo sistematico, ogni anno, grazie a strutture flessibili. Quali sono le buone pratiche che cercano come fa la natura di chiudere il cerchio? In questo ambito può trovare spazio, senza pregiudizi, con grande attenzione, quanto si sta ricercando e innovando con le nanotecnologie. Ci stiamo lavorando con Agorà Scienze. Perché è difficile imitare la natura? Un tema complesso ma anche fortemente interdisciplinare e ineludibile se vi vuole "annusare" il futuro prossimo.

Sul secondo tema. Smart City non deve essere solo uno slogan e una moda. Si stanno sviluppando ricerche, sperimentazioni, proposte, attività, concrete realizzazioni nel pubblico e nel privato che però per essere friendly, per espandersi e per diventare una tendenza che capovolga davvero l'immagine avuta fino ad oggi della grande città come

pessimo luogo, si trasformi invece in possibile luogo vivibile e ecologico, deve diventare opinione di massa, informazioni diffuse, divulgazione permanente (non a spot). Il Museo A come Ambiente può essere la sede, con precisi luoghi fisici e con modalità originali, in cui le buone pratiche ideative, di ricerca, come le realizzazioni trovano la loro vetrina, la loro diffusione.

Comunicare anche la fisica dentro ai temi contemporanei per favorire scelte consapevoli su ambiente, energia, salute, ... è certo complesso, un gioco di equilibrio complicato tra semplificazione e complessità, tra azioni possibili e stili di vita impraticabili, tra comodità e vantaggi e tra scomodità e svantaggi; tra divulgazione continuative e spot estemporanei, e così via, ma vuol dire anche riuscire a collegare comunità scientifica e società civile in modo diverso da oggi.

di Attilio Ferrari  
Giorgia Givone  
Eleonora Monge  
Simona Rachetto  
Simona Romaniello

# INFINI.TO

## MUSEO DELL'ASTRONOMIA E DELLO SPAZIO, PARCO ASTRONOMICICO DI TORINO

### ABSTRACT

Il Parco Astronomico Infini.To è costituito dallo storico Osservatorio Astrofisico di Torino e dal nuovo edificio che ospita il Planetario e il Museo interattivo. Un luogo in cui ricerca e divulgazione convivono e dialogano, dando alla comunità la possibilità di prendere parte al dibattito scientifico più corretto e aggiornato.

Il Parco Astronomico Infini.To è un progetto, unico in Italia, in grado di mettere in contatto mondi lontani: dal ricercatore allo studente, dall'astrofilo al semplice curioso. Tutti possono avvicinarsi alla conoscenza del cielo scegliendo tra un'ampia gamma di percorsi espositivi e diversi livelli di approfondimento. La scelta di costruire un centro divulgativo



*Figura 1: Ingresso al Museo del Parco Astronomico*

accanto ad un ente di ricerca rappresenta la peculiarità e la sfida di questo progetto allo stesso tempo: coniugare e rendere accessibile la scienza a tutti.

Il Parco Astronomico Infini.To nasce come “vetrina” della ricerca e didattica dell’astrofisica, astrofisica e cosmologia di Torino e del Piemonte. Pertanto, a fianco delle attività per la didattica scolastica, organizza iniziative per la divulgazione della scienza anche ad alto livello, trattando i rapporti tra scienza e cultura in generale. Si sono alternati negli anni cicli di conferenze, seminari, lezioni e incontri facendo riferimento ad iniziative ed eventi nazionali e internazionali.

Infini.To, con la struttura in vetro trasparente, invita il visitatore a conoscere l’Universo, di cui fa parte, simboleggiando l’ideale cammino dell’uomo che da ignaro osservatore diventa interprete consapevole del mondo che lo circonda (Figura 1).

Il Museo utilizza i più moderni strumenti delle esposizioni scientifiche all’avanguardia (grandi immagini spettacolari, exhibit interattivi, ipertesti, touch-screen, simulazioni per l’approfondimento, ecc.) e ne propone altri assolutamente originali (videoinstallazioni, personaggi guida, totem-archivi, ecc.). Lo scopo non è “istruire” quanto piuttosto creare ambienti esperienziali in cui siano la curiosità del visitatore e il suo interesse a muovere il processo cognitivo. Si può così trasmettere il massimo dell’informazione senza far perdere l’attenzione, catturando il visitatore in un’atmosfera stimolante che favorisce l’approfondimento individuale. Toccare, provare, sperimentare per vivere direttamente la scienza sono le parole chiave per comprendere la filosofia che anima l’intera struttura e le attività proposte.

L’ingresso è al piano terreno, per poi scendere per tre livelli, entrando sempre più in profondità nei segreti dell’Universo. Ipazia, Galileo, Lagrange, Hubble, Einstein sono i personaggi che accompagnano il visitatore in un viaggio lungo le tappe fondamentali



*Figura 2: il Planetario Digitale*

delle scoperte scientifiche, dalle antiche civiltà sino ad oggi: dall'universo in espansione alla teoria del Big Bang, dalla scoperta della radiazione cosmica di fondo a quella dei buchi neri.

Su ogni piano, postazioni interattive consentono di “vivere” le scoperte scientifiche e di sperimentare in prima persona fenomeni fisici e i loro effetti.

L'impianto prevede 4 piani, ciascuno dei quali è legato da un lato a un personaggio della storia della scienza, un “Virgilio” per il visitatore, dall'altro a una domanda fondamentale sull'Universo, a cui si cerca di dare risposta con le varie postazioni a disposizione.

Una rampa a forma di infinito percorre tutta la struttura e conduce al Planetario dove prende vita lo spettacolo dell'Universo (Figura 2). Si tratta di uno dei sistemi più avanzati d'Europa e del mondo, attualmente in fase di ulteriore aggiornamento grazie a fondi europei. Una proiezione digitale a 360° offre la possibilità di osservare tutte le meraviglie del cielo, vedere le costellazioni che lo popolano dall'emisfero Nord a quello Sud, seguire i movimenti dei pianeti, compiere un viaggio fantastico attraverso la nostra galassia e oltre, scoprire il cielo che osservavano gli antichi, oppure quello che vedranno le future generazioni. Seduto in poltrona, il visitatore è immerso negli infiniti spazi dell'Universo per vivere in modo coinvolgente le origini del cosmo, visitare pianeti e galassie.

L'attività principale di Infini.To è la divulgazione scientifica, negli specifici ambiti astronomico e cosmologico e per necessaria estensione all'area fisica e matematica con particolare attenzione al metodo scientifico, all'educazione alla razionalità e all'unità delle cosiddette “due culture”. L'obiettivo ambizioso è di consolidarsi come una struttura di riferimento attiva, un grande laboratorio di astronomia e più in generale di scienza fruibile sia a livello nazionale sia transalpino.

Dal settembre 2007 ad oggi Infini.To ha offerto al territorio la propria offerta formativa



*Figura 1: Ingresso al Museo del Parco Astronomico*



e culturale con continuità. Le attività e i servizi proposte al pubblico scolastico e generico si sono ampliate e hanno migliorato la loro qualità in relazione alla migliore formazione ed esperienza del personale, alla collaborazione con gli utenti, alla ricerca di nuove forme e modalità di lavoro e alle collaborazioni con enti e istituzioni nazionali e internazionali. Il Museo, forse sarebbe più corretto definirlo Science Center, non possiede un patrimonio di antichi strumenti (presenti tuttavia all'Osservatorio Astrofisico, parte del Parco Astronomico) ma è dotato di moderne attrezzature che sfruttano le potenzialità delle nuove risorse multimediali, che richiedono un continuo aggiornamento in relazione alla costante evoluzione delle tecnologie e alle esigenze del pubblico (Figura 3). Nel tempo sono stati quindi aggiornati e sostituiti molti componenti e sono stati allestiti nuovi exhibit con l'obiettivo di proporre al pubblico le nuove scoperte scientifiche e i temi che più stimolano la curiosità popolare.

Infini.To nei suoi cinque anni di attività ha ospitato annualmente circa 41.000 visitatori, con più di 450 000 presenze registrate nel quinquennio per gli spettacoli nel Planetario. Il pubblico che frequenta Museo e Planetario è estremamente variegato e può essere distinto in due grandi sottoinsiemi:

- Pubblico generico, non solo dell'area torinese e piemontese, ma proveniente da tutta Italia e, anche se in numero minore, dall'estero. I visitatori possono essere suddivisi oltre che tra giovani, famiglie e anziani in categorie che comprendono curiosi, appassionati, astrofili, ricercatori e professionisti del settore;
- Pubblico scolastico che comprende docenti e studenti di scuole di ogni ordine e grado: dai piccolissimi dell'asilo nido passando attraverso tutta la scuola dell'obbligo fino all'università della terza età.

Le attività didattiche sono svolte in stretta collaborazione con i docenti delle scuole di ogni ordine e grado attraverso una programmazione che avviene all'inizio di ogni anno scolastico. Vengono in particolare organizzati laboratori e corsi, alcuni dei quali sono svolti direttamente nelle classi in preparazione alla visita al Parco Astronomico.

Infini.To ha collaborato a programmi internazionali sulla comunicazione della scienza. Tra questi:

- Il progetto 2011 e 2012 “Not just another building” sullo sviluppo di programmi didattici sull'astronomia in musei scientifici finanziato dal Dipartimento di Stato degli Stati Uniti attraverso la Museums & Community Collaboration Abroad (MCCA);
- Il progetto dell'Ufficio Scolastico della Regionale Piemonte – MIUR, con le Conseil Général des Hautes Alpes e istituzioni scolastiche delle province di Torino e di Cuneo del progetto europeo Comenius Regio “Doppio focus su Scienze e lingua”.

È inoltre partner dell'Adler Planetarium di Chicago con cui ha scambiato programmi didattici e presentazioni scientifiche.

Lo staff tecnico di Infini.To ha prodotto una decina di spettacoli per il planetario che hanno anche ottenuto Awards of Excellence ai DUG Meetings del 2009 e 2010.

di Giovanni Mazzitelli

# Frascati Scienza

*Frascati Scienza e  
Laboratori Nazionali  
di Frascati dell'INFN*

*a nome di Frascati Scienza,  
Commissione Europea  
e partner del 2012:  
Comune di Frascati,  
FILAS, ASI, CNR,  
ENEA, ESA-ESRIN,  
INAF, INFN, INGV,  
EGO/VIRGO, Università  
di Tor Vergata, Università  
Roma Tre, Università  
La Sapienza, Ospedale  
Pediatrio Bambin Gesù,  
Polo Museale Sapienza,  
ATA, Ludis, G.Eco,  
Accatagliato, Telethon,  
EtaCarinae, Mc quadro,  
Roma Doc Science  
Festival, Arte e Scienza,  
Eni, Libreria Cavour,  
Libreria AsSaggi, Linde,  
STS Multiservizi.e con il  
patrocinio del Ministero  
degli Affari Esteri,  
Ministero dell'Istruzione,  
dell'Università e della  
Ricerca, Regione Lazio,  
Provincia di Roma,  
Comune di Roma,  
Comune di Grottaferrata,  
Comune di Monteporzio  
Catone, Parco dei Castelli  
Romani.*

## NOTTE EUROPEA DEI RICERCATORI

### ABSTRACT

Dal 2005 la Commissione Europea promuove e sostiene la Researchers' Night, evento dedicato al largo pubblico che si svolge contemporaneamente in tutta Europa il cui obiettivo è valorizzare la figura del ricercatore e il suo ruolo nella società. Un appuntamento annuale a cui la comunità scientifica dell'area romana e le istituzioni del territorio partecipano aprendo le porte dei più importanti istituti nazionali di ricerca, università, musei, ecc. L'importanza della manifestazione ha condotto cittadini e ricercatori a fondare l'Associazione Frascati Scienza che dal 2008 ha coordinato con crescente successo e partecipazione di pubblico cinque edizioni della Notte dei Ricercatori.

### INTRODUZIONE

Frascati Scienza nasce nel 2008, ma inizia la sua attività di diffusione e divulgazione della cultura scientifica già dal 2006 attraverso l'organizzazione delle prime due edizioni della Notte dei Ricercatori grazie all'iniziativa e alla collaborazione di ricercatori del territorio tuscolano. Il Progetto fin dall'inizio risulta tra i migliori in Italia in termini di valutazione e finanziamenti concessi dalla Commissione Europea e negli anni amplia costantemente la compagine dei proponenti, fino a renderla nazionale ed internazionale. Nell'edizione 2010 la manifestazione assume una dimensione più prettamente Europea con la partecipazione diretta al Progetto da parte di CERN ed Erasmus Medical Center di Rotterdam.

Tutte le sette edizioni della manifestazione coordinate fino ad oggi da Frascati Scienza hanno avuto la collaborazione dei suoi partner fondatori:

- ASI – Agenzia Spaziale Italiana
- CNR - Centro Nazionale delle Ricerche
- EGO - VIRGO
- ENEA - Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
- ESA-ESRIN - European Space Agency
- INAF – Istituto Nazionale di Astrofisica (Osservatori Astronomico di Roma, laboratori dell'ISFI e dello IASF)
- INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Laboratori Nazionali di Frascati e La-

- laboratori Nazionali del Gran Sasso;  
INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia;
- Università degli studi di Roma “Tor Vergata”;
- Università La Sapienza di Roma;
- Università di Roma Tre che costituiscono nel loro insieme una delle realtà europee
- più importanti di ricerca, con laboratori unici e oltre tremila ricercatori che vi lavorano quotidianamente.

L’iniziativa cresce nel corso degli anni e vede aumentare in modo significativo l’interesse e la partecipazione del pubblico:

- 2006: 4000 persone partecipano entusiaste alla prima edizione;
- 2007: 10.000 presenze;
- 2008: 12.000 presenze e 16.000 contatti su web;
- 2009: 15.000 presenze e 18.500 contatti su web;
- 2010: 18.000 presenze e 20.500 contatti su web;
- 2011: 20.000 presenze e 30000 contatti su web.

A partire dal 2009, grazie al successo riscosso dall’evento e alla richiesta di partecipazione del pubblico, Frascati Scienza investe sull’evento sviluppando la Settimana della Scienza, arricchendo l’offerta e le proposte durante il periodo immediatamente precedente la data della Notte dei Ricercatori.

Inoltre dal 2007 l’iniziativa si svolge sotto l’Alto Patronato del Presidente della Repubblica e il Patrocinio del Ministero Affari Esteri e Ministero dell’Università e della Ricerca.

#### ATTIVITÀ DELLA NOTTE DEI RICERCATORI

Tutte le attività ed eventi della Notte dei Ricercatori sono proposte seguendo l’approccio hands-on in cui la sperimentazione diretta è il modo più efficace per acquisire gli strumenti del pensiero scientifico e favorire l’apprendimento. Si aggiunge inoltre il confronto-dibattito del pubblico con i ricercatori e i comunicatori della scienza e la metodologia dell’edutainment: didattica, intrattenimento e divertimento; i contenuti sono proposti al pubblico in modo coinvolgente, partecipativo e capace di privilegiare l’aspetto ludico ed emotivo.

Numerosi gli spettacoli scientifici realizzati e prodotti da Frascati Scienza dal 2008 in cui attori professionisti si mescolano con ricercatori per spiegare in modo semplice e divertente la scienza:

*La Chimica in Casa* - Marco Presta, Riccardo Rossi, Paola Minaccioni - 2009, 2010, 2011  
*Voci della ricerca* - collettivo Voci nel deserto - 2010  
*Diversa...mente Chimica* - Centro di Riabilitazione Tangram - 2011  
*Il Kyoto fisso* - rappresentazione teatrale - 2011  
*Storia della chimica* - esperimenti interattivi - 2009, 2010  
*L’Eredita’(rieta’)* - 2009, 2010, 2011

Durante la Settimana della Scienza e la Notte dei Ricercatori decine di caffè scientifici e incontri con gli studenti delle scuole di ogni ordine e grado:

- Laboratori didattici;
- Incontri con il ricercatore;
- Dibattiti pubblici;
- Conferenze e seminari;
- Tavole rotonde;
- Spazi interamente dedicati ai più piccoli con spettacoli, hands-on e laboratori.

Il vero cuore degli eventi sono comunque le visite ai laboratori di ricerca, dove il pubblico può incontrare i ricercatori, ricevere spiegazioni e toccare con mano il mondo del ricercatore. Nell'area infatti si possono visitare:

- Il Tokamak per la fusione nucleare, presso il centro ENEA-Frascati;
- Uno dei 5 acceleratori in funzione, al mondo, per la ricerca fondamentale: DAFNE, presso i Laboratori Nazionali dell'INFN;
- L'osservatorio astronomico di Monteporzio Catone, con l'Astrolab, e la Torre solare di Roma, i laboratori di ricerca interplanetaria dell'area ARTOV dell'INAF;
- I laboratori di ricerca interdisciplinare del CNR;
- Il centro di analisi dati dell'Agenzia Spaziale Italiana;
- La sala controllo per il monitoraggio degli eventi sismici dell'Istituto Nazionale di Geofisica;



*Figura 1: Spettacolo “Co2Idee” – Notte dei Ricercatori 2012*

- Incontrare gli astronauti e osservare il nostro mondo dallo spazio presso la sede italiana dell'Agencia Spaziale Europea.



*Figura 2: I bambini durante la premiazione del concorso loro dedicato – Notte dei Ricercatori 2010*



*Figura 3: Erasmus Medical Center – Rotterdam – Notte dei Ricercatori 2010*

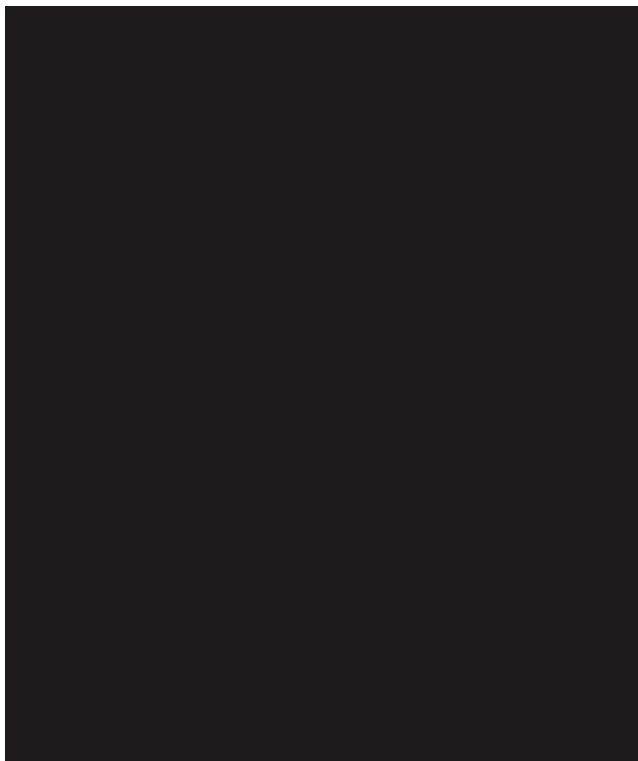
Le visite presso i centri di ricerca (INFN, CNR, ENEA, ESA-ESRIN, INAF, INGV, Osservatorio di Monteporzio Catone) sono pertanto una delle maggiori attrattive della Notte dei Ricercatori organizzata da Frascati Scienza.

### **Conclusioni**

L'Associazione Frascati Scienza, nata inizialmente per garantire il coordinamento e l'organizzazione della Notte dei Ricercatori, è diventata negli anni un punto di riferimento per cittadini, istituzioni, enti locali e scuole nel campo della promozione e diffusione della cultura scientifica.

Frascati Scienza oggi lavora sempre di più per creare un legame continuo fra enti/università e il largo pubblico attraverso la realizzazione di attività che permettano al cittadino comune di vivere i laboratori, capirne l'importanza, e condividerne gli obiettivi di ricerca e la gestione delle risorse.

Grazie all'esperienza acquisita con la Notte dei Ricercatori, Frascati Scienza oggi dispone di una rete di centinaia di ricercatori e comunicatori che permettono di proporre durante tutto l'anno attività di diffusione della cultura scientifica che valorizzino una delle aree di ricerca più importanti d'Europa.



di Catia Peduto

*l'Ufficio Comunicazione  
dell'Istituto Nazionale  
di Fisica Nucleare*

# *Presente e futuro di Asimmetrie*

## **ABSTRACT**

La rivista *Asimmetrie* rappresenta l'impegno dell'INFN nella diffusione della cultura scientifica. Indirizzata a non-specialisti, con particolare attenzione agli studenti delle scuole superiori e ai loro docenti, la rivista è dedicata ai temi di ricerca fondamentali cui l'INFN contribuisce in modo determinante. Ogni numero monografico si sviluppa attorno a un tema scientifico di forte impatto, come l'antimateria, le onde gravitazionali, nuclei e stelle. L'argomento è sviluppato in progressione logica e in modo tale da avvicinare il lettore ai meccanismi e alle fascinazioni che motivano il lavoro quotidiano dei ricercatori. La rivista è consultabile anche online su [www.asimmetrie.it](http://www.asimmetrie.it).

## **ASIMMETRIE, LA RIVISTA DELL'INFN**

*Asimmetrie*, la rivista di divulgazione curata dall'Istituto Nazionale di Fisica (INFN), è nata nel 2005. Dal 2007 diventa una monografia e assume la veste grafica che la contraddistingue tutt'oggi. Dal 2012 la rivista è anche una testata giornalistica online ([www.asimmetrie.it](http://www.asimmetrie.it)) a tutti gli effetti, regolarmente iscritta (come la versione cartacea) al Tribunale di Roma.

*Asimmetrie* vuol essere un filo diretto tra il mondo della ricerca e quello dell'insegnamento scolastico. Mira a portare la ricerca di frontiera fuori dai laboratori e direttamente sui banchi di scuola, parlando del lavoro di ricerca e dei ricercatori stessi e cercando di inserire la fisica all'interno di un contesto culturale più ampio. Il target principale della rivista sono, dunque, gli insegnanti, ai quali *Asimmetrie* si vuole proporre come strumento di informazione e aggiornamento sulla ricerca di frontiera. Attraverso la loro mediazione *Asimmetrie* ambisce a raggiungere anche gli studenti (della scuola media superiore).

Gli argomenti affrontati ruotano attorno alle attività di ricerca di base in cui l'INFN è impegnato, cioè la fisica nucleare, delle particelle e delle astroparticelle e la fisica teorica. Tutto questo dedicando una particolare attenzione alle applicazioni tecnologiche che derivano dalla ricerca di base e alle implicazioni culturali. Si integra così l'informazione contenuta nei corsi scolastici con contenuti nuovi, stimolando la curiosità e fornendo riferimenti completi e persistenti nel tempo. Per gli argomenti che possono essere ostici, si pone grande attenzione nel proporli in un linguaggio accessibile per un pubblico di



non esperti e di corredarli con opportune infografiche, prodotte dalla redazione stessa. Un'impresa non semplice, nella quale è impegnata la redazione (Ufficio Comunicazione INFN), il comitato scientifico (composto da ricercatori INFN) e i ricercatori stessi che coadiuvano la redazione nella stesura degli articoli o ne sono loro stessi gli autori. Vorremmo coinvolgere maggiormente i docenti e valorizzare l'attività da loro svolta in classe, mettendo l'accento sul loro ruolo di intermediari nel passaggio della cultura scientifica dagli scienziati di oggi ai possibili scienziati di domani. Sono, infatti, gli insegnanti che hanno la possibilità di appassionare i giovani in generale all'attività di ricerca, e più in particolare alla fisica, proprio nel momento in cui i ragazzi si troveranno a dover decidere quale facoltà universitaria intraprendere: una scelta fondamentale per il loro futuro professionale.

È possibile abbonarsi gratuitamente online ad *Asimmetrie*. In questo modo, raggiungiamo anche i semplici lettori curiosi.

#### I CONTENUTI DI ASIMMETRIE

La rivista è semestrale e ogni numero consiste in una monografia che si sviluppa attorno a uno dei grandi temi della ricerca fondamentale della fisica contemporanea. Gli argomenti trattati sono la materia oscura, le onde gravitazionali, gli acceleratori di particelle, l'antimateria, il bosone di Higgs, nuclei e stelle, i raggi cosmici, le simmetrie, il fotone e le reti - con le applicazioni che ne derivano. Nel prossimo numero si parlerà della massa. Ogni numero di *Asimmetrie* si propone di delineare lo stato dell'arte della ricerca in quel determinato campo o argomento oggetto della monografia, includendo non solo le ricerche svolte dall'INFN ma anche le attività che altri enti nel mondo conducono su quel tema. In questo modo, i singoli numeri della rivista si prestano a essere conservati e consultati all'occorrenza.

La rivista ha una struttura molto ben definita: a reggere l'impalcatura dei contenuti c'è l'articolo principale, il primo che si incontra: questo ha il compito di introdurre l'argomento fornendo un inquadramento storico e teorico e introducendo l'attività sperimentale. A corollario del testo portante si sviluppano una serie di articoli che approfondiscono il tema trattato.

Oltre agli articoli dedicati al tema della monografia, si sviluppano alcune rubriche, anch'esse mirate a stabilire un ponte per lo scambio di contenuti con il lettore, che dal 2012 hanno cambiato nome: "Radici", dedicata alla storia delle idee, delle scoperte e delle invenzioni; "Riflessi", dedicata alle ricadute tecnologiche della ricerca di base; "Traiettorie", dove giovani ricercatori o dottorandi dell'INFN raccontano la propria esperienza e il proprio lavoro, "Spazi", dedicata alle iniziative di comunicazione e diffusione della cultura scientifica rivolte al grande pubblico; "Con altri occhi", uno sguardo sul mondo della fisica da parte di chi di fisica non si occupa direttamente, che si alterna con "Intersezioni", uno sguardo sul tema trattato nel numero da parte di uno specialista in altri settori (sociologia, filosofia, ecc.); infine, a partire dal prossimo numero ci sarà "Illuminazioni", rubrica dedicata a possibili percorsi didattici, che prenderà il posto di "In primo piano", che era un aggiornamento sui risultati più recenti.

## LO STILE

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

## FUTURO

In linea con la tendenza generale del mondo dei media, può essere che in futuro *Asimmetrie* abbandoni la sua versione cartacea, per restare solo una testata online. Internet viene utilizzato sempre di più anche nelle scuole e dagli insegnanti ed è un mezzo per raggiungere più facilmente gli studenti, sempre più abituati all'uso del computer.

## I PROTAGONISTI DI ASIMMETRIE

### **Direttore responsabile**

Fernando Ferroni, presidente Infn

### **Redazione**

Eleonora Cossi

Francesca Cuicchio (infografiche)

Vincenzo Napolano

Catia Peduto (caporedattore)

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

### **Comitato scientifico**

Vincenzo Barone

Egidio Longo (direzione)

Massimo Pietroni

Giorgio Riccobene

Barbara Sciascia

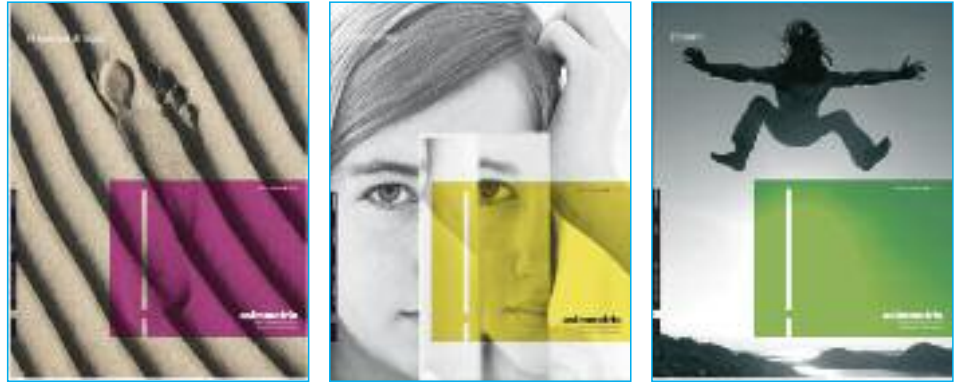


Figura 1: Tre copertine della rivista *Asimmetrie*: da sinistra a destra, del numero 8 sul bosone di Higgs, del numero 11 sulle simmetrie e del numero 13 sul fotone.

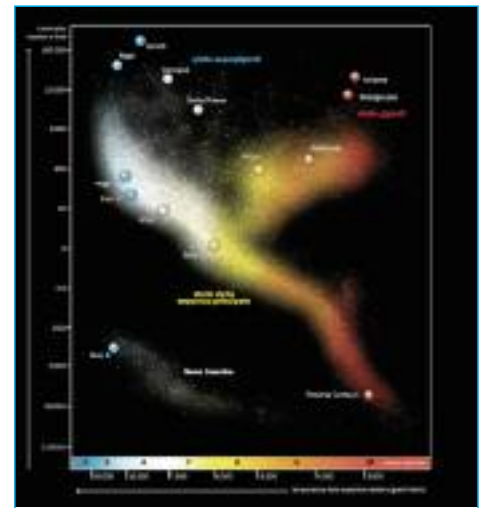
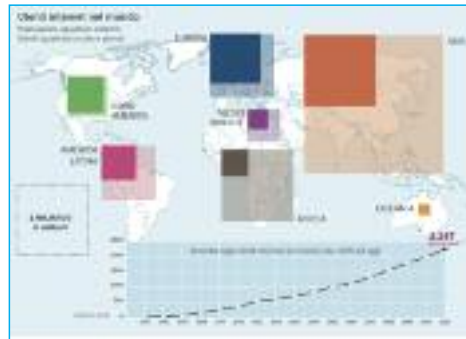


Figura 2: Due infografiche tipo di *Asimmetrie*, prodotte dalla redazione grafica.

di D. Cavazza  
M. Fabianelli  
M. Furini  
C. Gessi  
A. Margotti  
S. Meneghini  
R. Nania  
G. Pancaldi  
F. Zuffa

M. Pilu

*INFN,  
Sezione di Bologna*

*Italia in Miniatura*

# *Forti interazioni didattiche a Italia in Miniatura*

Nell'ambito dei percorsi didattici del parco Italia in Miniatura di Viserba (Rimini) è stato inserito un progetto denominato "L'occhio elettronico" in cui si avvicinano i ragazzi alla fisica delle particelle elementari e al collisionatore LHC. Il percorso didattico, adattato in funzione dell'età per essere seguito da classi di scuola media inferiore e superiore, descrive fasi e concetti chiave della professione di ricercatore delle particelle elementari. Le attività progettate, attraverso giochi e materiale multimediale, coinvolgono i ragazzi nell'affrontare i vari stadi di un esperimento di alta energia: dall'interazione con i macchinisti dell'acceleratore alle conferenze finali per presentare i risultati conseguiti.

## **INTRODUZIONE**

Il parco tematico Italia in Miniatura di Viserba (Rimini) da tempo offre esperienze didattiche per ragazzi delle scuole di ogni ordine e grado. Le classi possono partecipare a incontri specifici su diversi argomenti, dalla storia all'ecologia, dall'educazione stradale ai principi della costituzione, dall'educazione alimentare a quella teatrale, senza dimenticare l'originario percorso tra le 270 miniature dedicate a tutte le regioni d'Italia e alcune località d'Europa. Una particolare attenzione è dedicata ai percorsi legati alla fisica che si avvalgono di una tensostruttura "Luna park della scienza" (500 m<sup>2</sup>) con numerose piccole postazioni interattive. Nel 2011 più di 12000 studenti hanno partecipato a questi eventi e il 30% ha scelto percorsi dedicati alla fisica.

## **I LABORATORI DI FISICA**

Due tipologie di attività rappresentano l'offerta didattica in fisica.

Il "Science Show" basato su un percorso interattivo si avvale del linguaggio teatrale con l'obiettivo di comunicare, in modo divertente ed efficace, nozioni e concetti di fisica. Ogni spettacolo, qualunque sia il tema trattato (gravità, meccanica, ottica...), prevede una buona dose d'improvvisazione e sensibilità da parte dell'esperto (conduttore), nel tentativo di coinvolgere anche i partecipanti apparentemente più distaccati o timorosi. Negli ultimi anni sono stati sviluppati anche i "Laboratori di Fisica" che si svolgono all'interno di un'aula didattica tematizzata, concepita con l'intento di ricreare l'atmosfera di un laboratorio. Gli argomenti trattati sono sostanzialmente monotematici (fluidi, gravità, onde, ottica...) e prevedono prove pratiche sia di gruppo che per singoli stu-

denti. In questo contesto, dal 2012, si è ampliata l'offerta didattica con un laboratorio di Fisica delle particelle elementari: "L'occhio elettronico" che introduce i partecipanti agli esperimenti di LHC. Il progetto nel primo anno è stato seguito da cinque classi, due scuole medie (terza media) e tre scuole superiori (quinta liceo scientifico) e da un buon numero di professori e singoli studenti interessati. I docenti coinvolti hanno favorevolmente evidenziato, in virtù di un questionario sulle attività e sulle modalità del laboratorio, l'efficacia del progetto nel comunicare-divulgare concetti e contenuti scientifici spesso ritenuti ostici per le scuole medie inferiori e superiori.

### "L'OCCHIO ELETTRONICO"

L'idea base del progetto è di spiegare ai ragazzi cosa significa fare un esperimento di alta energia: perché lo facciamo, di cosa abbiamo bisogno, come si svolge il nostro lavoro, a cosa serve tutto questo (a parte far divertire i fisici!) .

#### *Cosa c'è nella scatola?*

Il percorso inizia con una breve descrizione degli strumenti e tecnologie di base per studiare il mondo che ci circonda: dalle dimensioni delle galassie, alle cellule agli atomi. Con l'ausilio di un'animazione (PWP), si dà inizio alle attività proponendo ai ragazzi una semplice domanda: come scoprire il contenuto di una scatola? I ragazzi comprendono che, "sparando" proiettili verso la scatola, al diminuire delle loro dimensioni o all'aumentare dell'energia acquisiamo sempre più informazioni sul contenuto (oggetto sconosciuto presente nella scatola).

Usando allora proiettili piccoli ed energetici, capaci di rompere l'oggetto, è possibile ricostruire il contenuto della scatola, andando a ricomporre, in una sorta di puzzle, le sin-



*Figura 1: Doccia cosmica nella sede INFN di Bologna e con gli studenti durante una presentazione*

gole parti espulse durante l'interazione. Abbiamo così introdotto il concetto di acceleratore e, ovviamente, il fondamentale esperimento di Rutherford.

### *I raggi cosmici*

Un breve percorso storico porta i ragazzi dalle tavole di Mendeleev, agli esperimenti con sorgenti radioattive, sino all'uso dei raggi cosmici. Qui, tramite l'uso di un vero box-doccia facciamo "vedere" ai ragazzi i raggi cosmici sotto forma di tracce definite da led accesi dalla coincidenza di due piani di scintillatori posti sopra il box (realizzato presso la Sezione INFN di Bologna, figura 1). Un ragazzo viene fatto entrare nella doccia e si attiva il sistema spiegando come i raggi cosmici siano non solo nel box-doccia, ma ovunque.

Dipendendo dal tempo a disposizione, è possibile anche far giocare gli studenti con "L'acchiappa cosmici". Si tratta di due racchette costituite da scintillatori, letti da Silicon Photomultiplier, e collegati ad un circuito di amplificazione e coincidenza che emette suoni. I ragazzi possono così liberamente orientare le racchette scoprendo le eventuali direzioni privilegiate dei raggi cosmici.

### *L'acceleratore*

Il concetto di acceleratore e collisionatore viene poi introdotto coinvolgendo alcuni ragazzi in una prova pensata per valutare il miglior metodo per accelerare una palla di gomma: lanciarla a braccio, accelerarla linearmente tramite un elastico, oppure circolarmente usando uno spago. L'osservazione che l'ultima opzione risulta la soluzione più efficiente (grande attesa durante il lancio!) e alcune successive animazioni, portano all'introduzione dei concetti base degli acceleratori circolari con campi magnetici e cavità acceleratrici. A questo punto entrano in gioco gli esperti dell'acceleratore che devono lavorare sodo per fare in modo che le particelle accelerate raggiungano con precisione gli esperimenti. Per l'occasione sono quindi scelti, tra gli studenti, un gruppo di "macchinisti" che avranno il compito di indirizzare le particelle verso gli esperimenti. Con l'aiuto della Sezione INFN di Bologna, abbiamo approntato un tavolo con una rampa e due magneti permanenti mobili (figura 2): i "macchinisti" devono calibrare la posizione dei magneti in modo che le palline in acciaio, che scendono dalla rampa acceleratrice, vadano a colpire l'immagine di uno degli esperimenti LHC (buche disposte all'estremità opposta alla rampa). Il tutto, ovviamente, si svolge tra il tifo dei colleghi poiché, solo al raggiungimento del bersaglio, gli esperimenti potranno iniziare la presa dati e la ricostruzione degli eventi!

### *La presa dati*

I ragazzi che non partecipano al lavoro di macchinisti vengono suddivisi in gruppi, ciascuno dei quali è dotato di puzzle che rappresentano event-display di eventi reali registrati dagli esperimenti ad LHC: uno per collisioni protone-protone ed uno per collisioni piombo-piombo (gentile concessione degli esperimenti ALICE, ATLAS e CMS). I gruppi, in competizione fra loro, devono "ricostruire" gli eventi nel minor tempo possibile e osservarne le caratteristiche principali (figura 3).

### *La conferenza*

Terminata la composizione dei puzzle, ogni gruppo "invia" un suo rappresentante alla

“conferenza” (interessante e divertente esercizio di esposizione-comunicazione dei dati). Il responsabile scientifico descriverà alla classe quanto osservato-dedotto negli eventi “ricostruiti”. E’ interessante notare come a questo punto alcuni concetti semplici affiorino automaticamente: distinzione tra eventi bassa ed alta molteplicità (tipicamente quelli Pb-Pb), tracce di diverso colore, tracce più corte o più lunghe (i muoni). Un gruppo ha anche evidenziato due “raggruppamenti” di tracce (avevamo dato loro un evento con due jet ricostruiti).

In funzione del livello della classe vengono quindi riassunti i punti fondamentali del modello a quark, dei diversi tipi di interazione, e di ciò che può essere avvenuto subito dopo l'esplosione del Big-Bang.

#### *L'importanza di LHC per la società.*

L'incontro si conclude con alcune immagini che puntano a sottolineare le ricadute legate a questi studi: dagli acceleratori per la cura dei tumori a quelli per le analisi di oggetti d'arte, dagli studi delle strutture dei materiali, allo sviluppo del World-Wide Web.

### **Conclusioni**

Il progetto “L'occhio elettronico” ci ha permesso un nuovo approccio alla divulgazione della fisica delle particelle elementari. Non una lezione descrittiva, ma una serie di momenti e giochi che coinvolgono direttamente gli studenti. Partendo da LHC e dai suoi esperimenti abbiamo cercato di spiegare in maniera semplice ed attraente il mestiere del fisico delle particelle elementari, gli strumenti che usa e l'importanza della comunicazione del risultato finale. Le reazioni sono state sempre molto positive, anche fra gli studenti di scuola media inferiore per i quali il progetto rappresentava sicuramente una sfida alla chiarezza e semplicità di concetti. Il successo del progetto ci ha indotto a proseguirlo per il prossimo anno, possibilmente ampliandolo con nuove proposte ma sempre con l'obiettivo di fare dei ragazzi il centro attivo dell'incontro.



*Figura 2: Due infografiche tipo di Asimmetrie, prodotte dalla redazione grafica.*

*Figura 3: Ricostruzione degli eventi*

di Alba Zanini  
Elena Piastra

*INFN Sezione Torino*

*Assessore Innovazione  
Comune di Settimo  
Torinese*

# *Una nuova realtà: la Biblioteca Scientifica Archimede a Settimo Torinese*

## **ABSTRACT**

Al posto di una fabbrica dismessa, una nuova biblioteca scientifica: a Novembre 2010 è stata inaugurata a Settimo Torinese la Biblioteca multimediale Archimede, a vocazione scientifica. L'edificio è stato costruito nell'area dove sorgeva la fabbrica di vernici Paramatti. Nei due anni quasi trascorsi questa nuova realtà ha acquistato una forte identità e si è radicata profondamente nel territorio, avvicinando alla cultura scientifica fasce di popolazione normalmente non raggiungibili da eventi di divulgazione scientifica. Vengono organizzate regolarmente conferenze sui temi della scienza più avanzata; una particolare attenzione è rivolta alle scuole e agli insegnanti, per i quali vengono organizzati durante l'anno scolastico speciali incontri con docenti e ricercatori dell'Università di Torino.

## **INTRODUZIONE**

Perché una biblioteca scientifica? La domanda di informazione sui temi scientifici è sempre crescente: articoli sui giornali, programmi televisivi, festival scientifici raggiungono un pubblico sempre più vasto e quindi aumenta la richiesta di approfondimento in vari campi. D'altro canto, anche se in apparenza sul web si può trovare di tutto, le informazioni che si traggono dalla rete non sono sempre affidabili e controllabili; i testi scientifici non sono accessibili al pubblico non specialistico in quanto sono conservati all'interno dei Dipartimenti e degli Istituti di ricerca e sono quindi consultabili solo all'interno di queste strutture. In risposta a ciò, la biblioteca Archimede si propone innanzitutto di costruire un patrimonio di testi scientifici, sia divulgativi di buon livello, sia di approfondimento sulle discipline più attuali, quali cosmologia, astronomia, fisica nucleare, fisica dell'ambiente, scienza dei materiali, neuroscienze, genetica, nanotecnologie, climatologia, energetica, scienze ambientali. Allo stesso tempo, fin dalla sua apertura, si propone come luogo privilegiato per ospitare eventi finalizzati alla diffusione della cultura scientifica: conferenze, mostre, incontri rivolti alle scuole, presentazione di libri a tema scientifico.

## **LA BIBLIOTECA ARCHIMEDE**

La biblioteca si inaugura il Novembre 2010. Sorge sull'area dismessa della Fabbrica di Vernici Paramatti (1), riqualificando un intero quartiere. È la più grande della provincia,



tra le maggiori d'Italia: 77 mila libri, 2 mila cd rom, 4 mila dvd, 200 postazioni internet, una sala conferenze, naturalmente tutti i giornali e i periodici. È possibile consultare il catalogo web sia dalla Biblioteca che da casa: basta inserire nel motore di ricerca il titolo del libro, l'autore o l'argomento che si cerca. Oltre ai libri, si possono trovare anche cd musicali e film. Se il libro richiesto non c'è ad Archimede, si può prenotare in una qualsiasi delle altre biblioteche SBAM (Sistema Bibliotecario dell'Area Metropolitana Torinese) e farlo arrivare a Settimo in pochi giorni. Ma la caratteristica più innovativa è che la Biblioteca Archimede si propone come Biblioteca Scientifica, prima in Italia. All'interno della biblioteca, che è dotata di ampi spazi e di una sala conferenze da 100 posti, vengono realizzati conferenze, spettacoli, mostre, convegni a tema scientifico.



*La Biblioteca Scientifica Multimediale Archimede, Settimo Torinese*



*Una sala della Biblioteca Archimede*

Contemporaneamente la biblioteca ha stabilito accordi di scambio e collaborazione con numerose istituzioni già attive nel campo della divulgazione, quali Edizioni Codice, Festival della Scienza di Genova, Museo Regionale di Scienze naturali, Osservatorio Astronomico di Torino, Planetario di Pino Torinese.

#### **ATTIVITÀ CON LE SCUOLE**

La biblioteca dedica particolare attenzione alla formazione scientifica per le scuole. Vengono regolarmente organizzate conferenze specialistiche per studenti e insegnanti, concordando in un incontro iniziale un programma organico su temi scientifici che integrano ed affiancano il programma scolastico. Negli anni 2011-2012 e 2012-2013 sono stati effettuati numerosi incontri con le ultime classi del Liceo scientifico 8 Marzo di Settimo Torinese, su temi di Fisica Moderna, Cosmologia, Fisica della Materia, Nanotecnologie, Neuroscienze, Climatologia. I docenti sono professori dell'Università di Torino e ricercatori dell'INFN, dell'INAF e dell'ISAC.

L'iniziativa ha suscitato un notevole consenso ed in futuro si prevede di estenderla ad altre scuole del territorio, affiancandola nel corso dell'anno scolastico ad incontri di orientamento con docenti, ricercatori, rappresentanti dell'industria e di società di servizi, per facilitare la scelta della facoltà universitaria e l'inserimento nel mondo del lavoro.

#### **LE CONFERENZE SCIENTIFICHE**

Presso la Biblioteca vengono regolarmente organizzati cicli di conferenze su temi scien-

tifici, in collaborazione con il Museo Regionale di Scienze Naturali, con l'INFN, con l'Università di Torino, con l'Istituto Nazionale di Misure Metrologiche (INRIM), con l'Osservatorio Astronomico di Torino (OATo). Oltre 100 partecipanti hanno seguito il corso di astronomia pratica organizzato dall'OATo, che si è concluso con una serata osservativa sulla terrazza della biblioteca, con i telescopi a disposizione del pubblico, assistito dagli astronomi dell'OATo.

#### RAPPORTI CON LE INDUSTRIE

La Biblioteca Archimede vuole essere anche un punto di incontro tra industria e ricerca scientifica. Il territorio di Settimo Torinese ha una tradizione industriale di lunga data, e sono presenti aziende ad alta tecnologia, quali Iveco, Oreal, Pirelli, Fidia, Farmitalia, ATIVA, SMAT, Alenia, in campi che spaziano dall'automotive, alla chimica, alla scienza dei materiali, ai sistemi di automazione. Attraverso alcune iniziative organizzate presso la Biblioteca, è iniziato un processo di coinvolgimento delle aziende del territorio per individuare temi che possano costituire punti di incontro tra la ricerca industriale avanzata e i centri di eccellenza piemontesi (INFN, INRIM, Politecnico, Università, Centro di eccellenza per le Nanotecnologie- NIS, Centro di eccellenza per l'imaging molecolare, Centro per le Biotecnologie). Un ulteriore obiettivo è l'integrazione tra settori tecnologici avanzati, centri di ricerca ed istituti scolastici, attraverso stage di studenti presso le aziende, incontri di orientamento per le scuole e in generale iniziative orientate a creare un ponte "science to business"

#### LE MOSTRE SCIENTIFICHE - Extreme Experiments: a world- wide - lab for physicists



*Alcune immagini della mostra "Extreme Experiments" allestita presso la Biblioteca.*

In concomitanza con gli eventi organizzati per l'apertura della biblioteca nel Novembre 2010, è stata allestita la mostra fotografica "ExEx-Extreme Experiments: a world- wide - lab for physicists" da Novembre 2010 a Febbraio 2011, in collaborazione con INFN Torino e Università di Torino, a cura di Stefano Bagnasco, Marco Monteno, Alba Zanini. Il tema della mostra sono gli esperimenti condotti in luoghi estremi, dai laboratori d'alta quota per la ricerca dei gamma ray bursts, alle profondità del mare e dei ghiacci per la caccia ai neutrini. Contemporaneamente alla mostra sono state organizzate numerose conferenze con i protagonisti degli esperimenti in luoghi estremi. Tra questi, l'alpinista e scienziato Giampaolo Verza, impegnato nelle ricerche condotte al laboratorio Pyramid

a 5000 m sull'Everest, del Comitato EV-K2-CNR, che insieme ad altri alpinisti scalatori degli 8000 ha installato la più alta stazione metereologica del mondo, al Colle Sud a 8000 m; durante la conferenza c'è stato anche un collegamento in diretta con i ricercatori al lavoro all'interno della Piramide.

### **Mostra per i 150 anni dell'Unità d'Italia**

In occasione degli eventi organizzati per i 150 anni dell'Unità d'Italia, il Comune di Settimo, insieme alla Fondazione ECM e alla Biblioteca Archimede, si è fatto promotore di una importante mostra "Macchine, Invenzioni, Scoperte: Scienza e Tecnica a Torino e in Piemonte tra '800 e '900", allestita presso il Museo del Freidano e la Torre Medievale a Settimo Torinese, tra Novembre 2011 e Febbraio 2012.

La mostra, a cura di Pierluigi Bassignana e Alba Zanini, (2) illustra come, nel periodo risorgimentale e negli anni successivi all'Unità d'Italia, Torino e il Piemonte abbiano fornito un decisivo contributo allo sviluppo del nuovo Stato, favorendo il progresso scientifico e la nascita dell'industria moderna, grazie a scelte di politica illuminata e eccellenze scientifiche. La mostra è stata sponsorizzata, oltre che da Università ed istituti di ricerca, dalla Fondazione CRT e da numerose aziende del territorio, in una collaborazione che sta a testimoniare l'interesse dell'industria per iniziative volte alla diffusione della cultura scientifica. A riprova di ciò, la mostra è stata successivamente allestita presso la Showroom di Fiat Industrial Village da Marzo a Giugno 2012, grazie a un'iniziativa di IVECO, New Holland e FTP. Inoltre sono state allestite altre mostre tematiche su diversi soggetti, quali



"Macchine della Meraviglia" (Dicembre 2012), sulla nascita del cinema scientifico, in collaborazione con l'Archivio Scientifico e Tecnologico dell'Università di Torino (ASTUT).

*Alcune immagini della mostra "EXtreme EXperiments".*

### **Conclusioni**

L'esperienza portata avanti dalla Biblioteca Archimede rappresenta una proposta fortemente innovativa nel panorama della diffusione della cultura scientifica, proponendosi come luogo di incontro, di elaborazione, di discussione e di creatività nei campi del sapere scientifico e delle tecnologie avanzate di apprendimento e di comunicazione.

### *Referenze*

- *La Fabbrica dei Colori: la Paramatti e l'industria settimese ai tempi delle ciminiere.*

Vito A. Lupo. Settimo Torinese 2005

- *Macchine, Invenzioni, Scoperte: Scienza e Tecnica a Torino e in Piemonte tra '800 e '900*, A cura di Pierluigi Bassignana e Alba Zanini - CB Edizioni, Firenze 2012

- *Biblioteca Civica Multimediale Archimede*, [www.biblio.comune.settimo-torinese.to.it](http://www.biblio.comune.settimo-torinese.to.it)

Adamo	Immé
Bressan	Catalano
Conti	Mangano
De Angelis	Morelli
De Blasi	Leone
Bardelli	Maraner
Fusi Pecci	Finato
Poppi	Pascolini
Chiricosta	Masullo
Lacorte	Montagna
Persico	Vitulo
De Bortoli	Montalbano
Bennati	Mariotti
Latini	Porcelli
Deliperi	Costa
Cora	Porta
Marocchi	Straulino
Chiarello	Boccardi
Coluccia	Cavicchi
Corvaglia	Fabbri
Creti	Giurgola
De Mitri	Lorenzi
Panareo	Parolini
Solters	Sartori
Pinto	Solari
Marocchi	Torre
Grosso	

*10 ottobre 2012*

La scuola: divulgazione e didattica

di Angelo Adamo

INAF-Osservatorio  
Astronomico di Bologna

# Bias genitoriale

## LA COMUNICAZIONE DELL'ASTRONOMIA PER BAMBINI IN PRESENZA DEGLI ACCOMPAGNATORI

### ABSTRACT:

Nell'ambito di "Col favore del buio", l'iniziativa divulgativa dell'INAF-Osservatorio di Bologna che si svolge perlopiù d'estate al telescopio storico da 60 cm di Loiano (Bo), abbiamo inserito per la prima volta una serie di incontri pilota dedicati ai bambini più piccoli (2-6 anni) con l'obiettivo di testare una attività che si intende ripetere in futuro dedicandole uno spazio più ampio nel calendario già molto ricco di incontri con il pubblico. In ciò che segue, descrivo questa esperienza che ho gestito in prima persona, soffermandomi sui risultati parziali ottenuti, nella speranza di stimolare una, spero, proficua discussione col pubblico e con chi ha già avviato da tempo iniziative del genere.

---

Ciò di cui vi parlerò ha a che fare con una nuova attività di divulgazione promossa dall'INAF-Osservatorio Astronomico di Bologna che ha per obiettivo l'avvicinare all'astronomia un pubblico di bambini dai due ai sei anni. La sede bolognese, come anche le altre strutture INAF disseminate lungo lo stivale, ha maturato nel tempo una notevole esperienza nella gestione di serate con pubblico generico che di solito hanno luogo a Loiano, nella cupola occupata dallo storico telescopio da sessanta centimetri di diametro. Nonostante si faccia chiaramente presente sul sito dell'Osservatorio che è sconsigliato portare a questi incontri bambini al di sotto dei sette anni, si scopre che tale raccomandazione viene spesso ignorata, cosa che crea alcuni problemi di gestione di un pubblico che già, dato l'ampio spettro di età degli avventori, risulta essere molto poco omogeneo. A differenza delle attività con le scuole durante le quali il divulgatore si misura volta per volta con il compito di spiegare qualche aspetto della scienza a una scolaresca di livello culturale omogeneo, riuscire a essere esaustivi e coinvolgenti con un pubblico che presenta un range di età comprendente idealmente nove decenni, dal "Mamma" al "Radio e Ulna", costringe le guide a usare un linguaggio tarato sull'età media degli avventori (banda "Vivibile") che risulta quindi essere troppo complicato per bambini molto piccoli. Diventa per questo impossibile evitare che essi si annoino e, se nel migliore dei casi dormono, nel peggiore disturbano in vari modi lo svolgersi dell'attività divulgativa. Sulla base di queste e altre considerazioni, con gli astronomi che compongono il gruppo di divulgazione dell'INAF-Osservatorio di Bologna, si è deciso di varare un progetto pilota suggerito dal

dott. Luca Angeretti della SOFOS e in seguito da me gestito perché inserito nell'elenco dei compiti previsti dal mio contratto: una serie di incontri dedicati ai soli bambini dai due ai sei anni di età. Si è così scelto di destinare a questo target, sette di quelle cinquantadue serate di osservazione dedicate al pubblico generico così da tentare di misurarsi con un uditorio decisamente diverso dal solito, provando al contempo a decongestionare le rimanenti quarantacinque per adulti dai problemi di cui sopra. Il risultato ha riscosso grande successo di pubblico, ma ha messo in evidenza ulteriori problemi stavolta connessi con la presenza dei genitori. Con l'ovvia motivazione che il bambino necessita sempre di essere accompagnato, le sette serate child oriented sono state inaspettatamente interpretate dal pubblico come una ghiotta occasione per tenere unito l'intero nucleo familiare. Una rapida occhiata all'elenco delle prenotazioni rivelerebbe subito come vi sia sempre stato un rapporto adulti/bambini mai minore di due e spesso di molto superiore (entrambi i genitori più nonna/nonno, zia/zio, ...). Di conseguenza, l'esiguo numero di posti messo a disposizione per ogni serata - un numero tenuto basso per motivi di sicurezza data la capienza massima della cupola valutata da esperti come pari a venticinque persone - veniva sempre saturato da pochi gruppi familiari composti in netta prevalenza da accompagnatori. Le serate migliori sono state quelle (poche) che hanno visto la partecipazione di un numero confrontabile di bambini e genitori e non si è mai verificato che i bambini fossero in numero maggiore degli adulti. L'eccesso di questi ultimi ha di conseguenza reso gli incontri molto simili alle normali serate che da anni il "Parco delle stelle" prevede per un pubblico generico, andando così a indebolire parte dell'esperimento avviato.

Come per ogni esperimento che realmente abbia possibilità di successo, anche per uno in campo comunicativo si rende necessario "ripulire" il campione dalle "impurità" che potrebbero rovinare il test. Nel nostro caso, questo significava tenere separati il più a lungo possibile i figli dai genitori, ma questa necessità decretava l'ingresso in scena di un nuovo problema: come e dove tenere occupati i genitori/accompagnatori durante l'attività dedicata ai bambini?

Una soluzione è stata data chiamando un'ulteriore guida alla quale è stato chiesto di affiancare le due presenti in cupola col compito di intrattenere gli adulti all'aperto, complice il bel tempo estivo, con discorsi di astronomia generale e descrizione delle costellazioni osservate a occhio nudo.

In cupola, in ognuna delle sette serate, i bambini venivano impegnati con una lezione "teorica" gestita mediante un'apposita presentazione power point. Questo ci consentiva di usare un linguaggio che per toni, parole, concetti e modi era molto diverso da quello utilizzato di solito, risultando essere tarato sulle esigenze del nuovo pubblico e tutto centrato nella banda "Mamma".

Uno degli aspetti più interessanti tra quelli emersi è stata l'interazione fra i bambini che si è rivelata quasi sempre priva di particolari tendenze a creare gerarchie fra di loro, anche se temporee. L'imperversare dei più piccoli è stato sempre ben accolto dai più grandi e le poche volte che un sopruso da parte di qualcuno tendeva a manifestarsi, riuscivo a prendere il controllo della situazione perché da affabulatore, mi trasformavo subito in controllore recuperando temporaneamente una dimensione adulta. In assenza di altri "grandi" oltre me e una mia collega, il nuovo ruolo mi veniva accordato subito al mio minimo cambiare di tono, sguardo e modi e mi è sembrato di cogliere la loro paura non

della mia persona, quanto della possibilità che la magia che stavano vivendo svanisse troppo presto, prima della fine del gioco che si stava conducendo tutti insieme. La creatività dei bambini, stimolata anche dal fascino degli argomenti e dal trovarsi al cospetto di un oggetto inusuale e imponente come il telescopio capace di solleticare la loro fantasia, in quelle serate esplodeva non lasciando spazio ai capricci, al sonno, ai pianti che puntuali si manifestavano nelle serate normali.

Oltre all'essere particolarmente divertente osservare i bimbi e interagire con loro, l'operazione si rivelava anche intrigante per noi guide che così avevamo modo di studiare un "campione" altrimenti del tutto sconosciuto alla divulgazione istituzionale che non si svolga in asili.

A una certa ora, finita la prima parte che definirei "teorica", si procedeva all'osservazione di un oggetto scelto tra quelli disponibili nel periodo estivo e già descritto nella presentazione power-point. Questa fase prevedeva che i bambini salissero sulle scalette presenti in cupola per arrivare a poggiare l'occhio sull'oculare e, onde limitare responsabilità dell'Osservatorio, si chiedeva a ogni genitore di controllare la salita sulla scaletta del proprio figlio. Gli adulti, fino a quel momento rimasti fuori con la terza guida, facevano così il loro ingresso in cupola e proprio questo si rivelava essere il momento in cui tutto cambiava: se fino a un attimo prima i bambini erano attivi, intraprendenti, attenti e interessati, spigliati, creativi, stimolanti, ..., alla presenza dei loro accompagnatori diventavano timidi, introversi, "piagnoni" e smettevano di avere interazioni tra di loro preferendo andare a nascondersi ognuno tra le braccia dei propri genitori. Le solite dinamiche descritte in apertura d'articolo si manifestavano di nuovo e dopo pochi minuti i bambini si addormentavano, piangevano per il buio, si lamentavano e, cosa ancora più grave, accadeva che gli interlocutori di noi guide diventassero di colpo gli adulti: i bambini demandavano a loro il compito di interloquire con gli astronomi, preferendo riprendere subito il ruolo di figli piccoli che, "quando parlano gli adulti non devono disturbare".

A questo punto, la serata rischiava di diventare una brutta copia delle normali attività con adulti, ma non tutto era perduto: l'unica cosa che poteva ancora ristabilire un certo equilibrio tra le nostre aspettative e ciò che la realtà poteva offrirci, era l'osservazione condotta dai bambini al telescopio. Capovolgendo il modello divulgativo canonico che prevede un passaggio delle informazioni top-down, volendo lasciare spazio a un gioco scientifico non troppo imbrigliato, il nostro progetto prevedeva l'osservazione di un astronomo in erba alle prese con il compito di descrivere al resto del gruppo ciò che guardando nell'oculare dello strumento, gli si parava davanti agli occhi.

A ben vedere, questo modo di fare ha il potere di rendere un osservatorio astronomico nato per la ricerca, uno strumento elettivo per l'analisi sociologica e un affascinante museo hands-on in cui il bambino fa un esperimento con un exhibit molto particolare: esso non riproduce, come di solito fanno gli oggetti rinvenibili nei normali musei, ciò che uno scienziato in un laboratorio lontano compie con strumenti astrusi. Il telescopio, piuttosto, è quello strumento astruso e lui, il bambino, diventa lo scienziato in quel laboratorio lontano. Il gioco qui si fa diverso e molto più godibile: per giocare bene, "si deve fare sul serio" osservando con lo strumento che usano gli astronomi veri.

I bambini che fino a un attimo prima, standosene soli con noi guide a osservare i disegni variopinti della presentazione power point, dimostravano di rendersi conto di tutte le



sfumature cromatiche e delle metafore grafiche usate, una volta all'oculare e invitati a descrivere agli altri cosa stessero osservando, facevano fatica a dire - e forse anche a notare - che le due stelle nel campo (Albireo) differivano in quanto erano una azzurra, l'altra gialla. Apparivano imbarazzati, timorosi di dire una cosa sbagliata proprio come spesso capita quando a osservare sono gli adulti col loro carico atavico di sedimentate paure di fallire. La cosa altrettanto curiosa è che se prima, in assenza di adulti, la gara fra i bambini consisteva spesso nel dire la cosa più originale a proposito di un concetto o di una immagine da me mostrata, in questa seconda fase della serata, diventava per loro importante copiarsi reciprocamente, dire quel che aveva detto chi era già stato all'oculare così da evitare di sbagliare, di deludere il pubblico. Se a una descrizione giusta, pertinente, intelligente (ma forse casuale...) di qualcuno di loro seguiva il nostro plauso, da quel momento in poi tutti gli altri la ripetevano allo stesso modo, senza tentare strade nuove, idee nuove, nuovi modi di descrivere. Ora, conscio del fatto che per un profano di quattro anni non ci sia tantissimo da dire su Albireo, faccio notare ancora una volta che fino a mezz'ora prima i bimbi erano capaci di trovare aspetti assolutamente nuovi, divertenti, inaspettati su tutto ciò che vedevano e sentivano. Non bisogna essere esperti psicologi dell'infanzia per capire che l'elemento perturbante per la loro creatività era stato proprio l'ingresso degli adulti in cupola, un ingresso che rendeva l'ambiente pieno non solo dei corpi delle persone, ma anche di strane dinamiche difficili da eliminare: il bias genitoriale. Ipotizzo che tale bias possa essere quantificato assumendolo pari, in prima approssimazione, a quella quantità che entra in una relazione del tipo:  $Q = S/R$ , nella quale, in questo caso,  $Q$  = Qualità della divulgazione,  $S$  = Segnale di feedback proveniente dal pubblico di bambini e quindi proporzionale al numero degli stessi,  $R$  = Rumore generato con la sola presenza dal pubblico di adulti, quindi proporzionale a una qualche potenza positiva del numero  $N$  di accompagnatori. Sono abbastanza sicuro che, se si decidesse di studiare queste interazioni genitori-figli mediante riprese audio o, meglio, video, si potrebbe trovare una relazione segnale/rumore assimilabile a quelle trovate in altri ambiti come, forse, anche da certa sociologia che già da tempo si occupa di simili argomenti. Spero quindi che un'indagine del genere verrà in futuro condotta e seguita da un'accurata indagine statistica operata su di una serie di serate (= esperimenti) molto più ricca di quella pilota qui descritta. La sede di Loiano in futuro verrà dotata di sale dedicate a un museo dell'astronomia e, forse, di un planetario. Questo consentirà di intrattenere meglio il pubblico di accompagnatori riducendo così al minimo le interazioni tra i gruppi di adulti e di bambini. In un secondo momento, per evitare che si renda necessario il supporto dei genitori nella fase delle osservazioni, si potrebbe anche pensare di usare nella struttura un telescopio amatoriale che, collocato in un luogo adatto a mantenere il fascino che dall'osservatorio promana, non richieda l'uso di scale per effettuare l'osservazione. Un ulteriore aspetto sul quale mi propongo di meditare in futuro è quello delle immagini per bambini. Nell'approntare la presentazione power point, mi sono servito di mie illustrazioni disegnate proprio nell'intento di confezionare un prodotto di divulgazione astronomica per l'infanzia che spero possa presto diventare un libro. Lo stile che ho scelto, pur risultando meno duro di quello che uso quando disegno per target di età diversa, si discosta alquanto da quello che caratterizza le tipiche illustrazioni per l'infanzia che ammiccano, smussano, semplificano in obbedienza a un modo oramai cristallizzato di di-

segnare per bambini. Confesso che la scelta di non uniformarmi a quello stile “classico” non è stata dettata da mie consapevolezze maturate sul campo, ma solo dalla mia incapacità di disegnare in quel modo, una incapacità determinata anche dal mio non gradire poi così tanto quel mondo espressivo. Mi aspettavo, quindi, che l’esito dell’ulteriore esperimento dato dall’usare le mie immagini, già subito dopo la prima serata mi avrebbe portato a desistere dal continuare su quella strada consigliandomi di abdicare a favore di lavori altrui dallo stile più consono al mio pubblico. Senza voler fare un’inopportuna apologia del mio operato, devo registrare però il dato che i bambini si sono divertiti molto a vedere le immagini proposte, riuscendo a “leggere” le illustrazioni in tutte le loro parti: dall’impianto cromatico alle linee di contorno; dalla comicità delle espressioni dei personaggi al messaggio che le illustrazioni esprimevano nella loro globalità. Questo risultato, oltre a non sorprendermi più di tanto (i bambini di questa età, guardano di continuo cartoni animati della Disney e della Pixar che, a differenza di quanto si trova sui libri a loro dedicati, non fanno molte concessioni a eccessive semplificazioni di sorta, essendo molto realistici e/o stilizzati in modo complesso), mi stimola a ricercare cosa davvero risulti vincente da un punto di vista stilistico partendo dalla domanda, fondamentale non solo in questo contesto: “è la (loro) domanda che determina lo stile della nostra offerta grafica, o è ciò che supponiamo vada bene per loro a determinare come l’offerta debba essere progettata?”. Questa ricerca potrebbe essere condotta già a un livello base, sottoponendo a un campione di bambini una serie di illustrazioni dello stesso oggetto/situazione come di oggetti/situazioni diversi per valutare le loro reazioni e il loro diverso apprezzamento estetico.

Ultimo proposito per migliorare l’attività divulgativa e affinare la ricerca socio-pedagogica: conto di attuare numerosi, piccoli esperimenti domestici grazie a una “new entry” il cui arrivo è previsto per Febbraio 2013.



# Il Progetto EEE

## I RAGGI COSMICI A SCUOLA

### ABSTRACT

Il Progetto EEE-Extreme Energy Events, ideato e condotto dal professor A. Zichichi, si propone di studiare i raggi cosmici di energia estrema attraverso la rivelazione della componente muonica degli sciami; i rivelatori, dislocati su tutto il territorio italiano, sono costituiti da tre piani di Multigap Resistive Plate Chambers e sono costruiti da team di studenti presso i laboratori del CERN. Le sedi sperimentali del Progetto sono le scuole superiori italiane: questo permette di diffondere la cultura scientifica tra i giovani studenti attraverso il loro diretto coinvolgimento in un esperimento scientifico in un campo di frontiera della fisica. Si presenta lo stato del Progetto e le modalità di interazione con gli studenti.

### INTRODUZIONE

Il Progetto Extreme Energy Event<sup>1</sup> è un esperimento volto a studiare la fisica dei raggi cosmici di energia estrema utilizzando un array di telescopi dislocati su tutto il territorio italiano (circa 106 km<sup>2</sup>) in grado di rivelare la componente muonica degli sciami estesi prodotti dall'interazione di un raggio cosmico primario con l'atmosfera.

L'obiettivo scientifico del Progetto è affiancato da un intento educativo altrettanto importante: la diffusione della cultura scientifica tra i giovani studenti suscitando in loro la curiosità e la passione per la scienza e la fisica coinvolgendoli in ogni fase dell'esperimento, dalla costruzione dei rivelatori, alla messa in funzione degli stessi fino all'analisi dei dati acquisiti.

Il Progetto prevede l'installazione di un sofisticato rivelatore all'interno delle scuole superiori italiane e di alcune università: un telescopio tracciante costituito da tre piani di MRPC (Multigap Resistive Plate Chambers), camere a ionizzazione simili a quelle ideate per il TOF dell'esperimento ALICE ad LHC<sup>2</sup>. La correlazione temporale tra gli eventi rivelati è possibile grazie alla sincronizzazione dei telescopi dotati ciascuno di una scheda GPS.

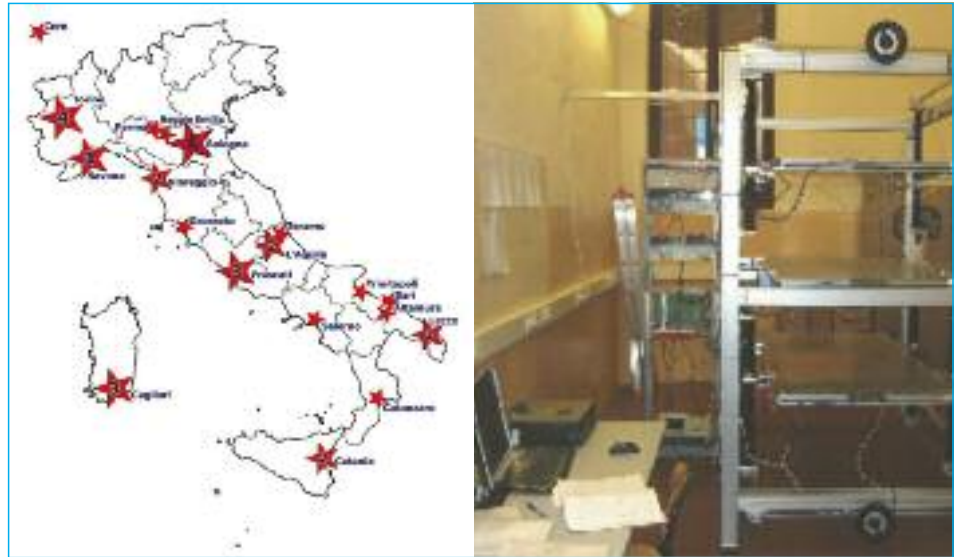
La struttura modulare dell'array permette diversi approcci allo studio dei raggi cosmici: si possono sia ricercare coincidenze temporali tra muoni rivelati da telescopi della stessa città sia investigare sciami rivelati da telescopi distanti.

Il coinvolgimento delle scuole è cominciato nel 2005 con la costruzione di 24 telescopi installati successivamente in 7 città "pilota" (Torino, Bologna, L'Aquila, Frascati, Lecce,

1. ZICHICHI A., Prog. "La scienza nelle Scuole, EEE-Extreme Energy Events (Italian Physical Society), 2005

2. AKINDINOV A. et al., Nucl. Instrum. Method A, 456 (2000) 16.

Cagliari, Catania); in seguito l'array è stato esteso con la costruzione di altri 11 telescopi nel 2009. Attualmente 35 telescopi sono stati costruiti e testati e l'installazione è stata completata in 19 città, 18 in Italia e 1 in Svizzera e l'acquisizione dati è cominciata (figura 1). Il Progetto EEE è uno dei maggiori progetti del Centro Fermi con il supporto del MIUR e dell'INFN.



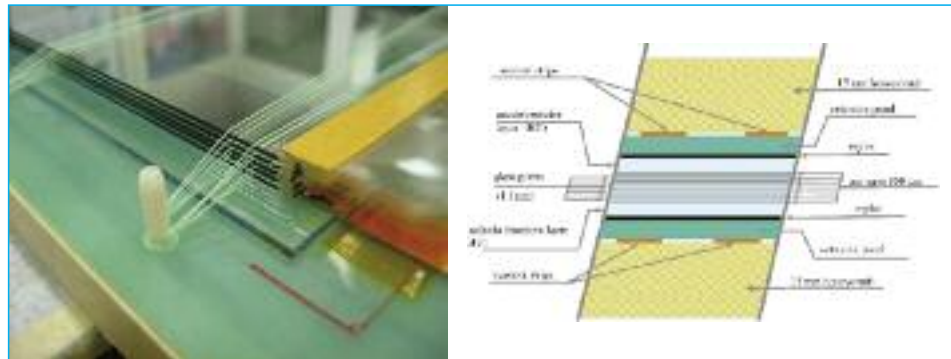
*Figura 1: Mappa delle città coinvolte nel Progetto EEE (fino al 2012): il numero riportato sulle stelline indica il numero di telescopi presenti nella città; il numero di scuole partecipanti al Progetto è tuttora in aumento e anche nel 2012 ci sono stati alcuni turni di costruzione al CERN (pannello a sinistra); il telescopio EEE installato al Liceo Galvani di Bologna (pannello a destra).*

#### **IL RIVELATORE: DESCRIZIONE, COSTRUZIONE, INSTALLAZIONE E TEST**

Il telescopio tracciante del Progetto EEE è costituito da tre MRPC posizionate su una struttura meccanica che permette di variarne la distanza da 40 cm a 100 cm (pannello a destra in figura 1). Ogni MRPC (80 x 160 cm<sup>2</sup> di area sensibile) è formata da sei gap di gas (98% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> e 2% SF<sub>6</sub>) ottenute intervallando i due elettrodi esterni con 5 vetri distanziati da filo di pesca di 300  $\mu$ m di spessore. Gli elettrodi di lettura sono ottenuti segmentando l'area sensibile di ogni piano in 24 strips di rame connesse, ad entrambe le estremità, a schede di lettura e di acquisizione dei segnali. La camera a ionizzazione è infine racchiusa tra due piani di honeycomb per garantirne la stabilità e posizionata all'interno di una box di alluminio. La differenza di tempo di arrivo del segnale alle due estremità e la posizione della strip da cui proviene il segnale forniscono le coordinate del punto di impatto della particella: l'uso dei tre punti ottenuti, uno per ogni MRPC, permette la ricostruzione della traccia del muone incidente. Ogni rivelatore è inoltre sincronizzato tramite un ricevitore GPS tale da permettere la ricerca di eventi in coincidenza temporale tra loro e il sistema di acquisizione è basato su LabView.

Ad oggi sono stati costruiti 35 telescopi, 34 dei quali installati in 18 città italiane e 1 presso i laboratori del CERN. Prima dell'installazione presso le scuole tutti i rivelatori sono stati testati per misurarne l'efficienza di rivelazione e la risoluzione spaziale: tutti i

rivelatori mostrano un'efficienza superiore al 95 % se alimentati con una tensione di circa 19 kV e una risoluzione spaziale di circa un cm<sup>2</sup><sup>3</sup>. Lo sviluppo di simulazioni Monte Carlo ha permesso di stimare il rate di muoni cosmici atteso di circa 36 Hz, in accordo con i dati sperimentali acquisiti fin'ora, e una risoluzione angolare nella ricostruzione dell'angolo zenitale migliore di 0.5°. Viste le buone capacità di ricostruzione delle tracce, l'array EEE è in grado di risalire all'asse dello sciame utilizzando le informazioni sulle tracce dei muoni ricostruite con un'incertezza minore di 2°<sup>4,5</sup>.



*Figura 2: Una MRPC del Progetto EEE in fase di costruzione presso i laboratori del CERN: gruppi di studenti e docenti delle scuole superiori, sotto la supervisione di personale tecnico e ricercatore del Centro Fermi e dell'INFN, portano a termine, in stage di una settimana, il telescopio successivamente installato nella propria scuola (pannello a sinistra); struttura interna di una MRPC (pannello a destra).*

### L'INTERAZIONE RICERCATORI-STUDENTI

Sebbene lo scopo primario del Progetto EEE sia la ricerca di eventi rari di energia estrema, il coinvolgimento di giovani studenti è altrettanto importante: non si tratta soltanto di “insegnare la fisica dei raggi cosmici” ma di dare un ruolo educativo ad un esperimento scientifico su scala nazionale. Il coinvolgimento delle scuole offre agli studenti la possibilità di entrare in contatto con il mondo della ricerca e di partecipare attivamente a tutte le fasi del progetto. In seguito alla settimana di costruzione dei telescopi presso i laboratori del CERN in cui lavorano insieme a ricercatori e tecnici, parlano in inglese e vivono da protagonisti il mondo della ricerca, partecipano a momenti di training presso le sezioni INFN per imparare cosa significa “fare ricerca” e come lavorare con il proprio telescopio. Sono forniti agli studenti gli strumenti per controllare in maniera efficace il telescopio: manuali d'uso cartacei e pannelli di controllo software con i quali monitorare lo stato di funzionamento degli apparati ed avere i primi risultati sulla ricostruzione delle tracce dei muoni (figura 3). Nel corso degli anni sono poi stati organizzati dei seminari presso le scuole per approfondire tematiche di interesse e workshop a cui hanno partecipato sia i ricercatori che gli studenti di tutte le città coinvolte.

Tutti i telescopi installati nelle scuole sono stati inaugurati dal Project leader, prof. Zichichi con lo scopo di creare una reale collaborazione tra ricercatori universitari e studenti delle scuole superiori. Attualmente si stanno ottenendo i primi risultati scientifici importanti che hanno portato ad alcune pubblicazioni su rivista<sup>6,7</sup>.

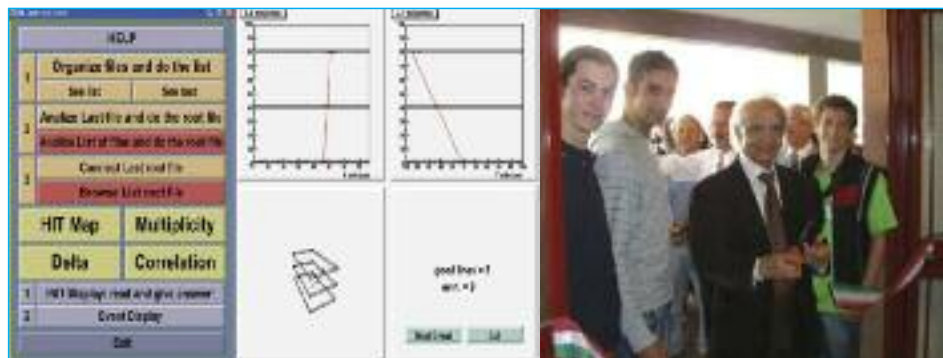
3. ABBRESCIA M. et al., Nucl. Instrum. Method A, 593 (2008) 263.

4. The EEE Project, in 29th ICRC Proceedings, Pune 8 (2005) 279.

5. The EEE Project, in 29th ICRC Proceedings, Merida 5 (2008) 977.

6. ABBRESCIA M. et al., First detection of extensive air showers with the EEE experiment, Il Nuovo Cimento, 125 B (2010) 243

7. ABBRESCIA M. et al., Observation of the February 2011 Forbush decrease by EEE telescopes, Eur. Phys.Jour. Plus 126 (2011) 61



*Figura 3: Pannello di controllo sviluppato in ROOT con il quale gli studenti controllano quotidianamente il funzionamento dell'acquisizione dati: distribuzioni dei canali delle camere, molteplicità degli hit e ricostruzione delle tracce (pannello a sinistra); fotografia scattata nel 2007 durante l'inaugurazione del telescopio EEE presso l'ITIS Nobili di Reggio Emilia, la prima scuola in Emilia Romagna (pannello a destra).*

### CONCLUSIONI

Il Progetto EEE, volto allo studio dei raggi cosmici di energia estrema, è in funzione da parecchi anni: i primi risultati scientifici sono stati ottenuti e pubblicati e la finalità educativa ricopre un ruolo sempre più dominante coinvolgendo gli studenti delle scuole superiori nell'esperimento fino a farli sentire i veri ricercatori.

Ciò è possibile grazie ad un'ottima collaborazione tra il personale ricercatore e docente e le scuole: la comunicazione tra questi due mondi è a volte complicata, ma possibile ed altamente stimolante per entrambe le parti.

di Livia Conti

*Istituto Nazionale  
di Fisica Nucleare,  
Sezione di Padova*

# *Storia nelle classi terze della scuola primaria*

## UNA LEZIONE DI COSMOLOGIA

### ABSTRACT

Il programma di storia per la classe terza della scuola primaria parte dall'origine dell'Universo, illustrando il modello del Big Bang. In questo intervento descrivo la mia esperienza relativa a una lezione di "cosmologia" tenuta ad integrazione del programma di storia in alcune classi terze; illustro le scelte compiute per quanto riguarda l'organizzazione della lezione, in termini di argomenti trattati e materiali utilizzati, svolgo alcune considerazioni su come le lezioni siano state accolte dai bambini e dagli insegnanti e mi soffermo sul tentativo di quantificare l'efficacia di questa attività di disseminazione volta ad orientare l'atteggiamento verso la scienza.

---

In Europa è riconosciuta una carenza di scienziati/ingegneri rispetto a quanto sarebbe necessario per garantire l'eccellenza della UE nel futuro e lo sviluppo della società della conoscenza. Si parla infatti di un basso tasso di "vocazioni scientifiche" [1].

Inoltre è stato dimostrato da uno studio (ROSE) [2] che ha coinvolto 40 nazioni, che in tutti i paesi avanzati gli interessi scientifici/tecnologici di ragazze/i all'età di 15 anni sono distanti dal tipico curriculum scolastico. Lo stesso studio ha mostrato che gli argomenti di maggior interesse in questa fascia d'età sono: le possibilità di vita fuori dalla terra, gli esplosivi chimici, il funzionamento dei computer, il corpo e la salute.

Per attrarre le giovani menti verso la scienza da più parti viene impiegato il metodo della fascinazione, almeno nella fascia di età che non permette un approccio più rigoroso o formale, mancando le basi matematiche.

Un'idea di intervento viene suggerita dall'osservazione che i libri di testo per le classi terze della scuola primaria illustrano la teoria della formazione della terra di solito a partire dall'origine dell'universo stesso con il modello del Big Bang. Pertanto, senza distogliere le classi dal loro programma di studio, è possibile avanzare una proposta di approfondimento sulla cosmologia, che porti i bambini a riflettere su domande senz'altro complesse ma che da sempre l'umanità si pone e a cui cerca di dare risposta. Probabilmente il tema della cosmologia è quello che più facilmente permette di introdurre i bambini alla dimensione della scoperta attraverso lo stupore che nasce dal misurarsi con le grandi domande. I risultati del progetto ROSE, d'altro canto, anche se focalizzati su una fascia di



età superiore, confermano l'interesse delle giovani generazioni per queste tematiche. Con queste premesse ho costruito una lezione di cosmologia da proporre nelle classi terze della scuola primaria. A dirigere la mia scelta verso quest'argomento, oltre alla consapevolezza che esso susciti interesse, è stato il fatto che ne sono io stessa affascinata: ritengo infatti che trasmettere la curiosità per la scienza tramite una lezione frontale sia possibile solo nei casi coerenti in cui l'adulto competente testimonia con la propria passione l'interesse della materia.

Per lo sviluppo della lezione, della durata di circa 45 minuti, ho scelto un criterio cronologico. Partendo dal modello aristotelico-tolemaico, ho cercato di mostrare come siano progredite le conoscenze dell'uomo sul mondo: come lo sviluppo di strumenti di misura sempre più raffinati abbia permesso di raggiungere nuove scoperte, improvvisi avanzamenti nel grado di comprensione e conoscenza. A mio avviso questo approccio favorisce l'idea della scienza come un processo collettivo, una costruzione eretta mattone su mattone da tante persone, a cui potenzialmente ciascuno di noi può aggiungere un contributo. La lezione è costituita essenzialmente da un pacchetto di trasparenze da proiettare su uno schermo davanti alla classe: ho fatto ampio ricorso a immagini disponibili in rete, fotografie, disegni ma anche animazioni. Queste ultime si sono rivelate poi particolarmente efficaci nel catturare l'attenzione dei bambini.

Una volta creato il pacchetto-lezione, il lavoro di presentarlo nelle classi diventa semplice e atto ad essere ripetuto. Tuttavia, essendo questa mia attività didattica del tutto occasionale, ho contattato solo poche scuole della provincia di Padova, per lo più sfruttando conoscenze personali. In genere, comunque, da parte dei docenti ho trovato un'enorme disponibilità ad ospitare la lezione nelle loro classi durante l'orario scolastico, e anzi la richiesta di tornare negli anni successivi. Ancora più calorosa è stata l'accoglienza da parte dei bambini che si sono sempre dimostrati attenti, curiosi e interessati. La quantità di domande, alcune anche fantascientifiche, che hanno posto durante la lezione e alla fine di essa è stata sorprendente: prova evidente del grande fascino che lo studio dell'evoluzione dell'universo esercita anche sulle menti più giovani.

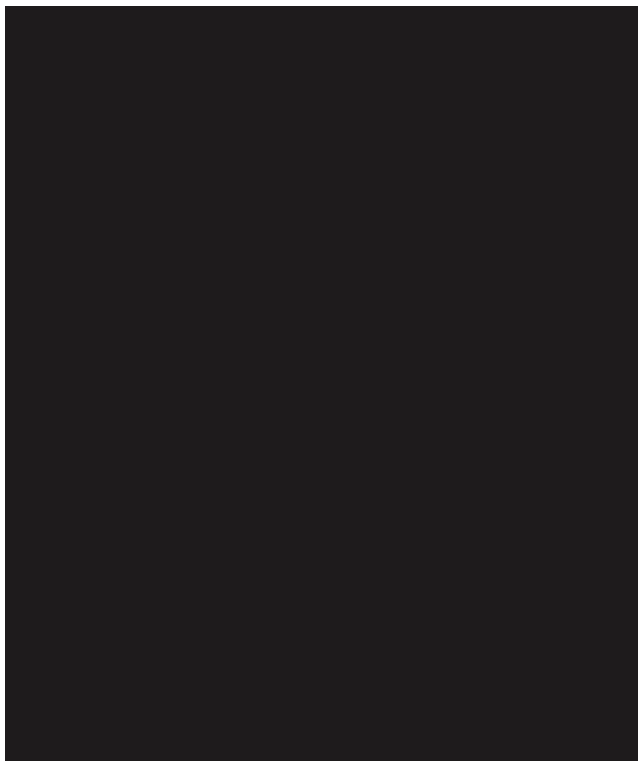
Naturalmente non si può pretendere di esercitare un'influenza profonda e duratura tramite un'unica lezione. Diverse, a mio avviso, dovrebbero essere le occasioni di esposizione ad attività di disseminazione (termine con cui oggi si indica usualmente la divulgazione scientifica), al fine di arrivare a rispondere a quella mancanza di vocazioni scientifiche che l'Europa, ma non solo, lamenta. Tuttavia, forse è possibile almeno capire se la direzione è quella giusta, capire cioè se attività simili siano in grado di produrre risultati positivi in termini di miglioramento dell'attitudine/atteggiamento verso la scienza [3], cambiamento che in un futuro potrebbe tradursi in un aumento del numero di persone che decidono di intraprendere carriere legate alla scienza. Si pone quindi il problema di quantificare l'impatto della attività di disseminazione. Poiché l'obiettivo era quello della fascinazione, non ho ritenuto di dover quantificare l'avvenuto apprendimento di determinati concetti o nozioni, quanto piuttosto il cambiamento dell'attitudine verso la scienza (distinta dall'attitudine scientifica): attitudine definita come sentimenti/atteggiamento che una persona ha sulla scienza in base alle sue convinzioni e alla conoscenza di essa [4]. Il concetto quindi riassume tre componenti: una valenza cognitiva, una affettiva e una comportamentale.

In letteratura esiste una vasta quantità di metodi e tentativi per quantificare il risultato di azioni di disseminazione in termini di cambiamento di attitudine [3]. Senza la pretesa di aver operato la scelta ottimale, ho deciso di utilizzare il questionario [4] formulato per valutare l'efficacia dei laboratori 'Lab in a Lorry' dell'Institut of Physics britannico. Esso sembra uno strumento solido e ha il vantaggio di risultare impiegato a livello internazionale, fatto che potrebbe favorire il confronto con altre esperienze. Alcune domande del questionario sono molto simili a quelle del progetto ROSE, permettendo quindi potenzialmente anche un paragone tra fasce d'età diverse. Il questionario andrebbe somministrato due volte agli stessi bambini, a distanza di qualche settimana prima e dopo l'attività in classe, per poi arrivare a valutare il cambiamento prodotto. Ovviamente questo ha senso statistico solo se si hanno a disposizione grandi numeri, cioè nei casi in cui si svolge un esteso programma di disseminazione. Tuttavia, al fine di valutare la fattibilità del metodo, ho tradotto in italiano il questionario e l'ho fatto somministrare (una unica volta) dalle insegnanti in due classi terze. Questa prima prova ha mostrato come il questionario sia effettivamente compilabile e comprensibile anche da parte degli alunni italiani, ma ha evidenziato la necessità di un confronto con essi per qualche aggiustamento prima che possa essere utilizzato su vasta scala.

---

### *Bibliografia*

- [1] European Commission, Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe, (2004) ISBN 92-894-8458-6
- [2] [HTTP://ROSEPROJECT.NO/](http://ROSEPROJECT.NO/)
- [3] J. Osborne, Attitudes towards science: A review of the literature and its implication, *Int. Jour. of Sci. Educ.* 25 (2003), 1049–1079
- [4] P. Kind, K. Jones, P. Barmby, Developing attitudes towards science measures, *Int. Jour. of Sci. Educ.* 29 (2007), 871-893



di Alessandro De Angelis

INFN Udine/Trieste  
e LIP/IST Lisbona

# I Raggi Cosmici

UN SECOLO DI SCOPERTE ED ENIGMI

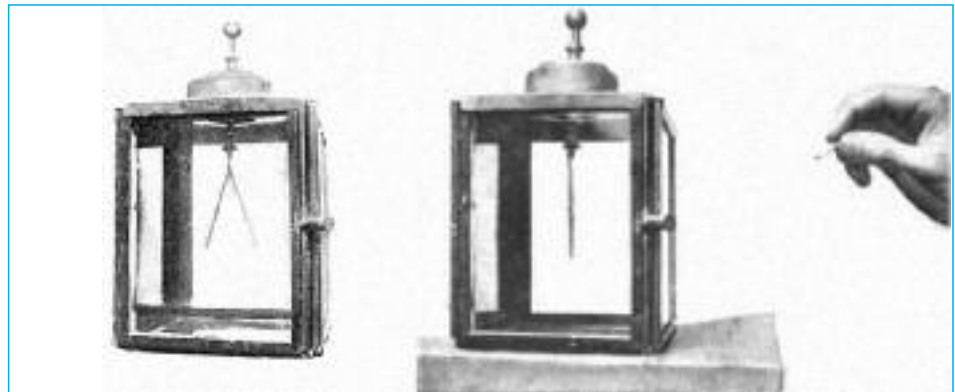
*I raggi cosmici sono particelle subatomiche, neutrini e fotoni di alta energia provenienti dalle vicinanze di resti di supernova, buchi neri supermassicci e in generale oggetti astrofisici nei quali stanno avvenendo collapsi gravitazionali. L'esistenza di questi messaggeri dell'Universo, che portano con sé informazioni su regioni lontanissime e arrivano alle più alte energie osservate in natura (fino a cento milioni di volte l'energia delle particelle dell'acceleratore LHC al CERN di Ginevra), è stata scoperta solo un secolo fa; ora cominciamo a conoscerne le proprietà e a utilizzarli per scopi astronomici.*

Alla fine del '700 Coulomb stava compiendo i famosi esperimenti che portarono alla formulazione quantitativa delle leggi dell'elettrostatica. Per misurare la carica elettrica usava un elettroscopio, strumento costituito da una coppia di foglioline di metallo collegate elettricamente ad un'asta metallica all'interno di un contenitore di vetro. L'asta, che termina in alto con una sfera, penetra nell'involucro attraverso un tappo isolante. Caricando elettricamente la sfera si osserva la divergenza delle foglioline che, accumulando un eccesso di cariche elettriche dello stesso segno, si respingono. Coulomb notò che, per quanto accuratamente cercasse di isolare l'elettroscopio, questo si scaricava spontaneamente dopo un po' di tempo.

L'osservazione di Coulomb fu in seguito confermata, ma rimase quasi a livello di curiosità fino alla scoperta della radioattività (dovuta nel 1896 a Becquerel, Marie e Pierre Curie). In particolare nei primi anni del '900 si osservò che avvicinandogli una sbarretta di materiale radioattivo l'elettroscopio si scaricava più rapidamente (figura 1): l'elettroscopio venne quindi usato come misuratore di radioattività. I tedeschi Elster e Geitel e lo scozzese Wilson notarono nello stesso periodo che anche un rivelatore completamente schermato da lastre di zinco spesse un paio di centimetri mostrava comunque un segnale, e conclusero che la scarica spontanea degli elettroscopi era dovuta a una radiazione altamente penetrante.

Da dove proviene la radiazione naturale che scarica gli elettroscopi? Certamente in parte dal terreno (era nota la presenza di elementi radioattivi nel suolo); grazie allo sforzo di molti scienziati europei e americani che lavorarono al problema tra il 1900 e il 1913, spesso con metodi ingegnosi e affascinanti, fu però possibile concludere che circa un quinto della radiazione penetrante a livello del mare ha origine extrater-

restre. La conclusione finale è soprattutto merito degli studi, indipendenti e contemporanei, dell'austriaco Victor Hess e dell'italiano Domenico Pacini. Pacini poté escludere l'origine terrestre di parte delle radiazioni studiandole nelle acque marine di Livorno e in quelle del lago di Bracciano fra giugno e ottobre 1911 e registrando la diminuzione dell'intensità all'aumentare della profondità; Hess registrando l'aumento dell'intensità con l'altezza in un volo su pallone aerostatico. Entrambe le osservazioni, pubblicate nel 1912, indicano l'evidenza dell'origine extraterrestre di parte della radiazione. Grazie alla scoperta Hess fu premiato con il Nobel per la fisica nel 1936 (Pacini era morto da due anni e dunque non più eleggibile). Ancor oggi con un semplice contatore Geiger immerso in acqua possiamo ripetere l'esperienza di Pacini (si veda il secondo riferimento bibliografico).



*Figura 1: Un elettroscopio carico (a sinistra) e la sua scarica spontanea. La figura è tratta da un articolo originale di Duncan del 1902; si noti la noncuranza con cui lo sperimentatore tiene in mano un materiale radioattivo.*

Dopo la prima guerra mondiale lo statunitense Millikan, negli anni '20, s'interessò al problema; a lui si deve il nome di raggi cosmici (nei primi anni della ricerca sulla radiazione tutte le particelle ionizzanti erano chiamate "raggi": ad esempio i raggi alfa che sono nuclei di elio, o i raggi beta, elettroni). Successive misurazioni dimostrarono che in maggioranza i raggi cosmici erano carichi. La radiazione, infatti, varia con la latitudine, come ci si attende per particelle cariche deviate dal campo magnetico terrestre. Nel 1931 Bruno Rossi notò che, se la carica delle particelle era positiva, a causa dell'interazione con il campo magnetico terrestre esse dovevano provenire in maniera preferenziale da ovest: questo fu verificato due anni dopo Alvarez e Compton. Un altro importantissimo risultato sperimentale fu la scoperta all'interno della radiazione cosmica della prima particella di antimateria, il positrone o antielettrone, da parte dello svedese-americano Anderson. Grazie a questa scoperta, effettuata tra il 1933 e il 1934, Anderson condivise con Hess il premio Nobel del 1936.

Contemporaneamente anche la comprensione teorica dei meccanismi di produzione dei raggi cosmici progrediva. Baade e Zwicky congetturarono nel 1934 che le supernovae possano nel loro collasso creare stelle di neutroni e produrre raggi cosmici. Alla fine degli anni '40 Enrico Fermi spiegò il possibile meccanismo di accelerazione dei

raggi cosmici, in particolare nei resti di supernova. L'idea originale di Fermi era che le particelle cariche guadagnassero energia nelle collisioni con le regioni di disomogeneità dei campi magnetici. Questa è una successione di molti eventi casuali, durante i quali una particella acquista ogni volta una frazione di energia proporzionale a quella iniziale, fino ad arrivare a energie altissime, un po' come nel caso di una palla da tennis che viene colpita più volte da racchette (le quali pure hanno velocità non troppo alte rispetto alla velocità della palla). Il meccanismo di Fermi resta ancora oggi il modello principe per spiegare l'accelerazione.

Fra gli anni '30 e gli anni '50, prima della costruzione dei grandi acceleratori, i raggi cosmici furono la sorgente principale di particelle di alta energia per lo studio della fisica delle particelle elementari. Si devono ai raggi cosmici alcune delle scoperte più importanti nella fisica fondamentale, in particolare per quanto riguarda le simmetrie fondamentali dell'Universo: la violazione della simmetria di parità (ossia il fatto che le leggi fisiche dell'Universo sarebbero diverse se viste allo specchio) fu osservata per la prima volta in interazioni di raggi cosmici con la materia.

Dopo un periodo di dominio culturale della fisica delle macchine acceleratrici, da vent'anni siamo capaci di costruire rivelatori sensibili ai raggi cosmici di più alta energia, e la fisica dei raggi cosmici è tornata a essere strumento di punta per la fisica fondamentale. In particolare quello che è probabilmente il più importante risultato di fisica delle particelle degli ultimi anni (il fatto che il neutrino ha massa diversa da zero) viene dallo studio dei raggi cosmici.

Sappiamo oggi che i "raggi cosmici" sono particelle subatomiche e fotoni di altissima energia, provenienti dallo spazio esterno all'atmosfera terrestre. Il flusso totale sull'atmosfera della Terra è di circa una particella per centimetro quadrato al secondo; cala con l'energia in base a una legge di potenza (figura 2) in modo tale che al raddoppiare dell'energia il numero di particelle è un ottavo circa.

La maggioranza delle particelle di alta energia sono protoni (nuclei d'idrogeno), circa il 10% sono nuclei di elio, e l'1% sono nuclei di elementi più pesanti.

Questi insieme costituiscono il 99% dei raggi cosmici, e gli elettroni e i fotoni partecipano al restante 1%.

Il numero di neutrini sembra essere ad alta energia confrontabile a quello dei fotoni; a bassa energia è molto grande a causa dei processi nucleari che avvengono nel Sole. I raggi cosmici che incidono sull'atmosfera (detti primari) producono in genere particelle secondarie che

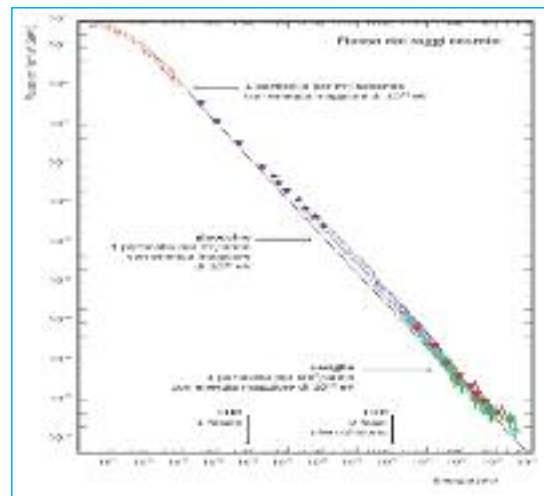


Figura 2: Lo spettro (numero di particelle incidenti per unità di energia, per unità di tempo, per unità di superficie e per unità di angolo solido) dei raggi cosmici primari (© INFN/Asimmetrie)

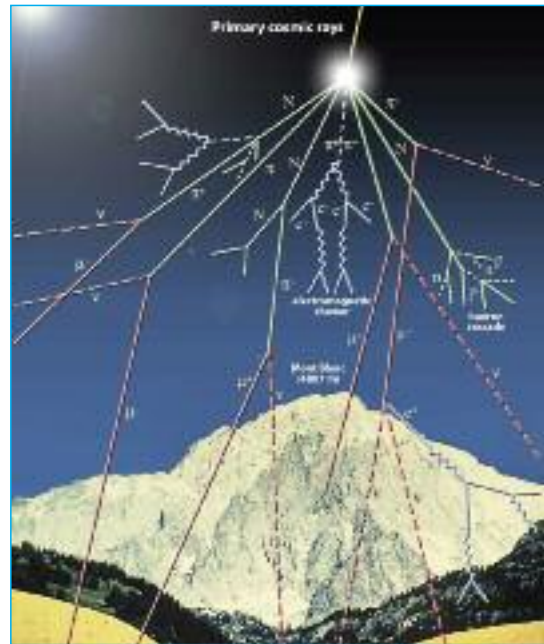
arrivano alla superficie della Terra attraverso il meccanismo dei cosiddetti “sciame” moltiplicativi, che comporta il susseguirsi di una complessa storia d’interazioni e decadimenti a catena (figura 3).

Si ritiene che il motore ultimo dell’accelerazione dei raggi cosmici sia legato alla forza di gravità.

In giganteschi collassi gravitazionali come quelli che avvengono nei resti di supernova e nell’accrescimento dei buchi neri supermassicci nel centro delle galassie (oggetti di masse pari a milioni/miliardi di masse solari) a spese della materia circostante, parte dell’energia potenziale gravitazionale si trasforma in energia cinetica delle particelle.

Al di là dell’interesse dello studio dei raggi cosmici per la fisica fondamentale (avendo energie più alte di quelle che gli esseri umani riescono a produrre essi riescono a

sondare la materia in maggiore profondità), grande è anche l’interesse per l’astronomia. I raggi cosmici infatti hanno energie così grandi che la loro emissione viene in generale da processi non termici, e quindi possono consentire di accedere alla causa prima dell’emissione di energia.



*Figura 3: Quando una particella cosmica primaria interagisce con un nucleo dell’atmosfera terrestre si genera uno sciame di (anche milioni di) particelle. Archivio CERN.*

---

### **Bibliografia**

[1] A. De Angelis, “L’enigma dei raggi cosmici”, Springer “I blu”, 2012.

[2] G. Batignani et al., “L’esperimento di Pacini sull’origine dei raggi cosmici”, *Giornale di Fisica*, Settembre 2011.

di A. De Blasi  
S. Bardelli  
F. Fusi Pecci  
F. Poppi

G. Chiricosta  
E. Lacorte  
A. Persico

*INAF-Osservatorio  
Astronomico di Bologna*

*Sofos, associazione  
per la divulgazione  
elle scienze*

# Lavorare con i bambini

## PARTICOLARITÀ, SFIDE E SOLUZIONI, A 10 ANNI DI ATTIVITÀ NELLA DIVULGAZIONE SCIENTIFICA A BOLOGNA

### ABSTRACT

Viene illustrata l'esperienza acquisita dall'INAF-Osservatorio Astronomico di Bologna insieme all'Associazione Sofos nel progettare e implementare laboratori ludici-didattici per bambini. Da questa esperienza emerge che lavorare con i bambini nella fascia di età 5-10 anni presenta degli aspetti peculiari e delle necessità di tecniche specifiche. Infine vengono descritte alcune prassi pensate dal nostro team per rilevare e valutare la comprensione e il gradimento dei bambini coinvolti nelle attività proposte.

### INTRODUZIONE

Da dieci anni l'INAF-Osservatorio Astronomico di Bologna e l'Associazione Sofos sono impegnate in attività di divulgazione scientifica rivolte a bambini da 5 a 10 anni. Sofos è un'associazione culturale senza scopo di lucro, costituita per lo più da studenti e laureati in astronomia e fisica, specializzata nella progettazione di laboratori per bambini e, più in generale, nell'organizzazione di attività ludico didattiche.

Il primo punto da affrontare nel progettare un laboratorio è il corretto approccio ai bambini, sia in termini di linguaggio, di numero di operatori, di "location" e di temi da affrontare. Naturalmente l'INAF-OABO, che può vantare competenze scientifiche, ha sentito fortemente il bisogno di affiancare a queste anche le competenze pedagogico-didattiche proprio per rendere il più accessibile e fruibile ad un pubblico di bambini, i laboratori scientifici proposti. Per questo motivo è stata coinvolta una pedagoga professionista (G. Chiricosta, già Consulente Pedagoga presso il Centro per la Giustizia Minorile dell'Emilia Romagna e presso l'Istituto Penale Minorile "P. Siciliani" di Bologna). Nella nostra esperienza di divulgatori scientifici abbiamo notato che nella pratica italiana i due approcci (scientifico e pedagogico) non compaiono spesso insieme, e ciò, a nostro parere, rende debole il progetto didattico-educativo. In pratica, possiamo avere un messaggio scientificamente corretto, ma noioso e difficile da recepire per un bambino in una fascia di età così bassa.

Una delle attenzioni più presenti nella fase di progettazione dei laboratori è rivolta non solo all'aspetto della correttezza (o rigore) scientifico, ma anche alla necessità di catturare l'attenzione e l'interesse dei bambini e a mantenerla costante per tutta la durata del laboratorio. La nostra esperienza di pratica e cultura ci ha portato a definire i tempi di un la-



laboratorio di non oltre 45 minuti, di cui gli ultimi 15 dedicati a un gioco feedback. Infatti soprattutto i bambini di oggi, cosiddetti “nativi digitali”, hanno particolari modalità di apprendimento, dovute anche alla loro familiarità con la tecnologia. I tempi di attenzione e di concentrazione risultano diversi che in passato e le immagini rappresentano uno degli stimoli più potenti per trasmettere messaggi e “catturare” l’attenzione. Stabilita la durata dei laboratori e ritenuto necessario riservare al gioco feedback gli ultimi 15 minuti di laboratorio, si stabiliscono i concetti che si vogliono far comprendere e l’esperienza diretta con il relativo contenuto scientifico. Di indubbia utilità è la fase di start-up, l’inizio di ogni laboratorio ha lo scopo di motivare i partecipanti e di chiarire la cornice entro la quale ci stiamo muovendo, passando alla fase dell’ipotesi e dopo della sperimentazione attiva: la raccolta dei dati e l’elaborazione del concetto ormai sperimentato in modo diretto. La fase finale possiamo definirla di upshot dove si coinvolgono i ragazzi in un gioco di revisione dell’esperienza vissuta. Come si vede ogni fase non dura più di 10 minuti, condizione indispensabile per tenere alta sia la concentrazione che l’attenzione della platea di bambini. Il linguaggio usato dagli animatori è in sintonia con il pubblico al quale si rivolge, ricco di esempi che rispecchiano le esperienze e le situazioni quotidiane (o di tutti i giorni) in un costante intercalare anche di “battute” e paradossi.

Per esempio, in un laboratorio sul Sole si deve decidere che i concetti chiave debbano essere: differenza tra stella e pianeta, distanza, dimensioni, temperatura. A conclusione dell’attività didattica il messaggio che deve restare ai bambini può essere: il Sole è una stella e non un pianeta come lo è la Terra; il Sole è la stella a noi più vicina ed è molto più grande e calda del pianeta Terra. Nel corso del laboratorio questi concetti devono essere seguiti da semplici esempi del mondo sensoriale a cui i bambini sono abituati. Per esempio, la temperatura di Mercurio è di circa 400 gradi centigradi durante il giorno. Questa temperatura è oltre il doppio di quella di un forno per cuocere i biscotti. Infatti 400 gradi è un numero vuoto che neanche un adulto riesce correttamente a visualizzare mentre il forno permette di porre il calore di Mercurio su una corretta scala relativa (freddo, caldo, molto caldo, caldissimo).

La trasmissione dell’informazione scientifica viene seguita da una battuta quale può essere: se nostra madre si trovasse su Mercurio potrebbe cuocere i biscotti in metà tempo rispetto al forno di casa nostra. Per il bambino, l’improvviso ritorno al mondo pratico, permette di legare l’informazione con un luogo ed una attività familiare e potrà riportare alla madre l’informazione in modo semplice.

È scientificamente dimostrato che i bambini memorizzano le informazioni se oltre al senso dell’udito vengono coinvolti anche la vista, il tatto e, in particolare, le emozioni. In didattica questo processo si chiama learning by doing.

Per esempio, in diversi nostri laboratori l’apprendimento di contenuti si avvale anche di attività pratico-esperienziali. Nel gioco-laboratorio «la fuga di neutrini»(fig. 1-a), ogni bambino rappresenta una particella: elettrone, protone, neutrone, neutrino e fotone. I bambini che si scontrano riproducono il ciclo protone-protone. Questo crash "produce" altri bambini (fotoni e neutrini) che fuoriescono dal Sole per raggiungere la Terra e gli altri pianeti. In un altro gioco-laboratorio impariamo a «costruire il Sistema Solare» (fig 1-b) con 10 totem (ognuno dei quali rappresenta un oggetto del Sistema Solare) che devono essere sistemati lungo un percorso. Dopo aver stabilito una unità per la misura delle

distanze (variabile in base alla location in cui si svolge l'attività), i bambini sono chiamati a posizionare i totem lungo un percorso, utilizzando una rondella. Spesso vicino ai totem ci sono animatori che rappresentano i vari pianeti, il cui compito è quello di interagire coi bambini, rispondendo alle loro domande.



*Figura 1: Laboratori vari: La fuga dei neutrini a); costruire il Sistema Solar b); costruiamo l'alieno c); i misteri della luce d)*

Un altro esempio dei nostri laboratori consiste nel realizzare un elementare spettroscopio utilizzando forbici, colla, cartone e un CD inciso come elemento dispersore. In questo caso il tono della voce è modulato in modo da permettere ai ragazzi di mettere in pratica le indicazioni che li guida alla costruzione di uno strumentino utile alla fruizione dell'esperienza. Come è noto, per scoprire i misteri delle stelle, gli astronomi usano gli spettroscopi. Utilizzando la luce scomposta dal CD facciamo scoprire ai bambini i diversi tipi di spettri esistenti in natura: continuo per lampade ad incandescenza e con righe in emissione se dovute al gas cui sono composte le lampade a basso consumo. Abbiamo infine realizzato un video che è possibile scaricare da internet affinché le maestre o gli stessi bambini coinvolti nel laboratorio, possano ripetere l'attività in piena autonomia, a scuola o a casa. Il video è scaricabile dal sito della Sofos: [www.sofosdivulgazioneellesienze.it](http://www.sofosdivulgazioneellesienze.it). In questo caso, alla fine del laboratorio i bambini possono portare a casa l'oggetto costruito con le proprie mani, servito per fare l'esperienza laboratoriale. Potranno utilizzarlo quando vogliono e potranno spiegare ad altri come è stato realizzato.

#### **DOVE SVOLGIAMO LE NOSTRE ATTIVITÀ**

Le nostre attività si svolgono presso diverse strutture, prevalentemente all'interno dell'area metropolitana di Bologna. Anche se recentemente stiamo partecipando a diversi festival delle scienze sparsi per l'Italia.



*Figura 1: Fasi della costruzione dello spettroscopio.*

### **1) Mostre ed eventi (es. Festival delle scienze, Fiere)**

Le attività e i laboratori che progettiamo sono presentati all'interno di diverse manifestazioni sia pubbliche sia private, oltre che nelle scuole in cui veniamo contattati. Da diversi anni collaboriamo con la Fondazione Marino Golinelli per la gestione della sezione di astronomia di Arte e Scienza in Piazza. In particolare, solo negli ultimi 3 anni abbiamo registrato oltre 15.000 visitatori. Nell'edizione 2011 abbiamo partecipato con una sezione dedicata all'esplorazione spaziale. Nella nostra postazione i bambini sono stati invitati a intraprendere un viaggio virtuale alla scoperta di nuovi mondi, indossando una tuta spaziale e interagendo con numerosi exhibit. L'obiettivo era fargli scoprire le stranezze dei viaggi spaziali, le diverse gravità e le difficoltà che gli astronauti incontrano in ambienti completamente diversi da quelli terrestri. Una speciale bicicletta è stata utilizzata come una astronave, in viaggio fino ai confini del Sistema solare, con accelerazioni e decelerazioni dovute al passaggio in prossimità dei vari pianeti. I bambini hanno potuto pilotare anche un piccolo rovere, hanno cercato di avvitare dei bulloni indossando i guanti e le tute spaziali. Una speciale bilancia planetaria ha permesso loro di conoscere il proprio peso sui vari pianeti, scoprendo di essere leggerissimi sulla Luna e pesantissimi sul Sole, e visitare in modo virtuale e in 3D gli ambienti della stazione spaziale internazionale.

All'interno della stessa manifestazione i bambini hanno potuto conoscere e giocare con l'astronauta Paolo Nespoli, il quale ha simulato la vita e i giochi sulla stazione spaziale in assenza di gravità. Nespoli si è prestato a giocare con uno yo-yo, con la corda per saltare, per un pubblico pieno di bambini, tutti divertiti e incuriositi dal lavorare nello spazio, in assenza di gravità.

### **2) strutture fisse (es. scuole, Start)**

Come si è già detto, le attività dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Bologna e l'associazione Sofos hanno luogo anche nelle scuole. In particolare viene richiesto il planetario digitale mobile Digitalium con la possibilità di impiegare due cupole gonfiabili di 4 e 6 metri di diametro, in base alla location e al numero di classi. Le proiezioni sono realizzate con appositi script compilati dai planetaristi della Sofos. Oltre ai classici spettacoli, col

planetario digitale è possibile assistere a documentari e cartoni animati per diverse fasce di età, in una visione immersiva a 360°. Ogni anno veniamo contattati da oltre 20 scuole, per un totale di un centinaio di classi: circa 2500 studenti.

Un laboratorio particolarmente riuscito nelle scuole è stato quello finanziato dal Comitato Regionale per le Comunicazioni dell'Emilia-Romagna (CORECOM). Nel 2009 siamo andati in nove scuole elementari, una per ciascuna Provincia, e utilizzando il planetario e realizzando alcuni laboratori, abbiamo dato ai bambini informazioni scientifiche sul Sistema Solare. Successivamente, con l'aiuto di un'altra associazione, ogni classe ha realizzato un video in cui i concetti di astronomia sono spiegati dai bambini per i bambini. Questo è un concetto nuovo per la nostra didattica, cioè i bambini imparano i concetti, scelgono il linguaggio e realizzano una cosa per bambini stessi.

Particolarmente ben riuscito è il progetto START-Laboratorio di Culture Creative, promosso dal Comune di Bologna e dalla Fondazione "Marino Golinelli", e di cui INAF-OABO e Sofos sono partner. Il progetto nasce con l'obiettivo di diffondere la cultura scientifica e artistica, la conoscenza e la creatività. E' una fucina di idee e iniziative di rete sempre aperta alla città e ai cittadini, con uno spazio espositivo interattivo nel pieno centro di Bologna, rivolto ai bambini dai 2 ai 13 anni, alle scuole e alle famiglie, che propone percorsi scientifici e attività educative tra arte, scienza e tecnologia.

In questo progetto e in virtù di una convenzione rinnovata annualmente tra noi e la Fondazione Marino Golinelli, il nostro team segue la progettazione di laboratori di fisica e astronomia. Dal 2010, anno della nascita di START, ad oggi sono ormai decine i laboratori firmati da INAF-OABO e Sofos e tenuti per lo più dagli animatori dell'associazione.

#### FEEDBACK

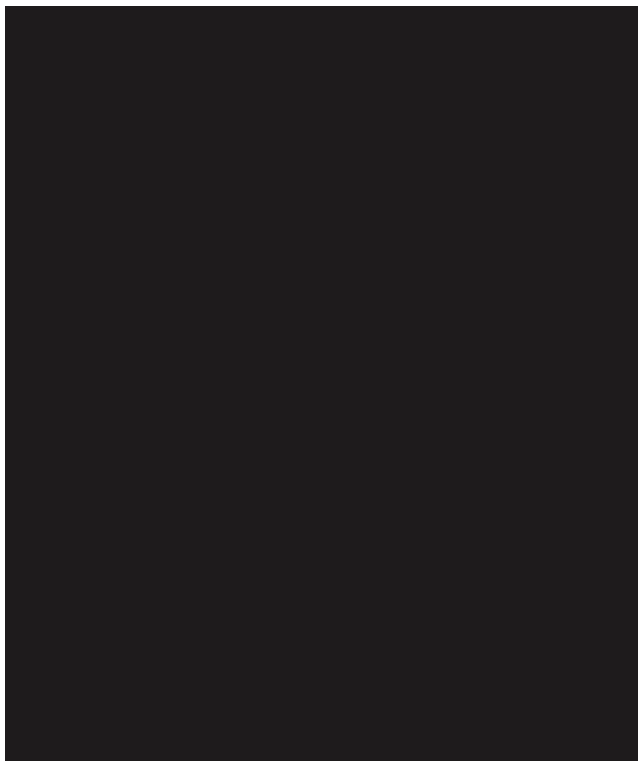
Alla luce dell'ampio bacino di utilizzatori dei nostri laboratori (scuole, START, Festival della Scienza), il nostro team ha pensato di realizzare dei feedback per capire se i laboratori funzionano dal punto di vista pedagogico-didattico.

Generalmente per la valutazione delle attività si è cercato di coinvolgere i bambini nella classica compilazione di un questionario, operazione tutt'altro che facile e noiosa.

Il team ha strutturato dei giochi attraverso i quali si può verificare se i concetti sono stati compresi e assimilati; per esempio, ponendo a una domanda una o più risposte possibili, con altrettante immagini che vanno tagliate e incollate su un poster.

Il poster però si è rivelato insufficiente per due effetti concomitanti. Il primo è che il genitore, se presente, tende a suggerire la risposta. Il secondo riguarda il fatto che il primo che attacca la figurina è il bimbo più sicuro della risposta, mentre gli altri tendono a seguire l'esempio. Per questo motivo, il poster è stato sostituito da un'urna.

I risultati emersi da due feedback indicano che, alla individuazione di quali pianeti siano più grandi e quali più piccoli della Terra, hanno risposto correttamente il 95% dei bambini, mentre per quello relativo al diverso destino delle stelle blu e delle stelle gialle hanno risposto esattamente il 90%.



di Andrea De Bortoli  
Cecilia Bennati  
Gianni Latini

*Centro Interuniversitario  
Agorà Scienza, Torino*

# Scienza Attiva

## I GIOVANI E LA SCIENZA PARTECIPATA. COMUNICAZIONE, FORMAZIONE E CITTADINANZA SCIENTIFICA VIA WEB

### ABSTRACT

“Scienza Attiva” è uno strumento innovativo di comunicazione e cittadinanza scientifica. Quasi interamente basato sull’uso del web, si fonda sull’applicazione di processi dialogici e di democrazia deliberativa per affrontare con i giovani temi di carattere scientifico e tecnologico di grande attualità e impatto sociale. Si inserisce nei percorsi didattici delle scuole secondarie di II grado rendendo gli studenti protagonisti del processo di apprendimento e stimolando in loro curiosità, creatività e senso critico. Scienza Attiva mette in relazione il mondo della ricerca scientifica – i ricercatori – con il mondo della scuola – insegnanti e studenti.

### CONTRIBUTO

“Scienza Attiva” è uno strumento innovativo, ma già ampiamente collaudato, di comunicazione, formazione e cittadinanza scientifica. Quasi interamente basato sull’uso del web, si fonda sull’applicazione di processi dialogici e di democrazia deliberativa per affrontare con i giovani temi di carattere scientifico e tecnologico di grande attualità. Si inserisce nei percorsi didattici delle Scuole secondarie di II grado fornendo nuove prospettive agli insegnanti e agli studenti su tematiche attuali della scienza moderna rendendo gli studenti protagonisti del processo di apprendimento stimolando in loro curiosità, creatività e senso critico. Scienza Attiva mette in relazione il mondo della ricerca scientifica – i ricercatori – con il mondo della scuola – insegnanti e studenti – grazie agli esperti che offrono le loro competenze sia con i materiali informativi sia mettendosi in dialogo con i partecipanti. Analogamente il progetto si pone a supporto degli insegnanti come strumento di formazione continua e di aggiornamento in relazione anche alle nuove indicazioni ministeriali. Il progetto, nato nel 2008 con il sostegno della Provincia di Torino e della Regione Piemonte, coinvolge oggi oltre 2000 studenti con i corrispettivi insegnanti delle scuole secondarie di II grado di tutta Italia in dibattiti su argomenti scientifici di attualità grazie al supporto e alla collaborazione del Ministero dell’Istruzione, Università e Ricerca. L’interazione tra i partecipanti si ispira alle pratiche della democrazia deliberativa, molto diffuse in alcuni paesi del nord Europa, come le «giurie di cittadini» e le «consensus conference», in cui temi scientifici di forte impatto sociale sono affrontati attraverso l’acquisizione di dati e di informazioni, la discussione con esperti e il confronto con la comunità

scientifico e il mondo politico. I due elementi di originalità di Scienza Attiva rispetto a questo schema sono, da un lato, l'ambiente in cui il processo avviene, che non è un luogo fisico ma il web, dall'altro, gli attori: studenti e insegnanti invitati a inserire nella didattica scolastica lo studio degli argomenti proposti di anno in anno. Collaborano al progetto professori universitari, scienziati ed esperti che producono i materiali didattici e dialogano direttamente con gli studenti.

La finalità principale di Scienza Attiva è di incrementare l'offerta di educazione scientifica nelle scuole secondarie di II grado con strumenti innovativi, accompagnata da alcuni obiettivi specifici: i) stimolare la partecipazione attiva, il senso di cittadinanza scientifica, l'uso dei metodi della democrazia deliberativa e il dialogo tra i giovani, il mondo della ricerca e il territorio; ii) costruire una comunità di pratica per gli insegnanti dedicata all'uso di metodi didattici innovativi; iii) raggiungere, grazie al web, il maggior numero possibile di docenti e studenti, anche in territori con difficoltà di accessibilità. Scienza Attiva si articola in sei fasi: formazione degli insegnanti alle tecniche di democrazia deliberativa e presentazione dei temi scientifici (in un incontro preliminare dal vivo); rilevazione delle conoscenze già acquisite dai partecipanti; studio e ricerche a partire dal materiale fornito; dialogo con gli esperti (in apposite sessioni di domande e risposte sul web); costruzione di scenari futuri ed elaborazione di proposte; infine, condivisione e presentazione dei risultati. Gran parte di questo processo si svolge on-line sulla piattaforma web [www.scienzattiva.eu](http://www.scienzattiva.eu), mentre la conclusione del progetto prevede un incontro finale dal vivo, in cui i ragazzi hanno l'occasione di consegnare alle istituzioni locali e ai ricercatori le proposte e le raccomandazioni formulate nel corso del progetto. Il portale [www.scienzattiva.eu](http://www.scienzattiva.eu) è lo spazio virtuale all'interno del quale si svolgono le fasi principali del progetto. Si tratta di una "agorà" all'interno della quale soggetti diversi dialogano, si confrontano, generano conoscenza e condividono prospettive future. In questo quadro il web offre grandissime potenzialità e strumenti già sperimentati e vicini all'esperienza dei giovani.

Il portale di Scienza Attiva unisce le caratteristiche di un social network con quelle di un software di progettazione e lavoro collaborativo, tutto open source.

L'utilizzo del web permette di coinvolgere un grande numero di docenti e ragazzi su tutto il territorio nazionale, oltre a offrire l'opportunità di un continuo confronto tra i partecipanti. Tutto il materiale informativo, i documenti, i dibattiti, i progetti di scenari futuri sono condivisi tra gli utenti, permettendo ai docenti e agli studenti di svolgere il progetto in autonomia, ma anche di confrontarsi e dialogare con i colleghi e compagni di altre scuole, città, regioni.

Le prime tre edizioni del progetto sono state svolte negli Anni Scolastici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 e hanno coinvolto complessivamente oltre 3500 studenti provenienti prevalentemente dalle regioni Piemonte e Lombardia ma anche dall'Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia e Sicilia, che hanno lavorato sui seguenti temi: energia, cambiamenti climatici, inquinamento atmosferico, acqua, nanoscienze e cellule staminali. Gli Istituti secondari di II grado che hanno partecipato comprendono Licei scientifici e classici, ma anche Istituti tecnici e professionali. Questo aspetto è stato un importante valore aggiunto del progetto in quanto la diversificazione dei percorsi formativi e dell'approccio didattico hanno portato gli studenti ad affrontare i problemi con approcci diversi e quindi a raggiungere anche risultati differenti e in molti casi complementari agli altri.

Il progetto ha mostrato in queste prime edizioni di raggiungere gli obiettivi previsti in particolare per quel che riguarda il coinvolgimento dei giovani su temi di attualità a carattere scientifico e tecnologico con strumenti di comunicazione e formazione differenti da quelli tradizionali utilizzati dalla scuola. Lo stretto rapporto instaurato con docenti e studenti ha permesso al Centro di individuare i punti di forza e i punti critici del progetto. I ragazzi gradiscono il metodo e le varie fasi e in particolare l'opportunità di dialogare con i ricercatori e di poter affrontare un tema «scolastico» da protagonisti e non solo da destinatari con strumenti innovativi offerti dal web.

Gli insegnanti apprezzano il metodo di lavoro e ritengono che nel tempo possa essere produttivo anche se lo spazio a loro disposizione è troppo poco per condurre al meglio un progetto molto impegnativo.

Scienza Attiva ha vinto nel 2012 due importanti premi internazionali:

- Il premio internazionale Engage-U come miglior progetto di outreach e public engagement interamente progettato e sviluppato da un ente universitario europeo ([www.engageawards.org](http://www.engageawards.org));
- Il primo concorso internazionale STENCIL, assegnato da un consorzio di 21 enti europei, come uno dei due migliori progetti di educazione scientifica in Europa ([www.stencil-science.eu](http://www.stencil-science.eu)).

I risultati ottenuti durante le prime tre edizioni del progetto, i riconoscimenti europei, ma soprattutto l'entusiasmo dimostrato da studenti, insegnanti e ricercatori motivano il Centro Interuniversitario Agorà Scienza a proseguire l'analisi dei risultati ottenuti e a ricercare partner a livello nazionale e internazionale per espendere un progetto innovativo, efficace e sostenibile che può a tutti gli effetti rappresentare un nuovo modo di comunicare ai giovani, ma non solo, i risultati della ricerca scientifica svolta da università e centri di ricerca.



Figura 1: home page del sito web





Figura 2 e 3 (in basso): momenti degli incontri di Scienza Attiva



di A.Deliperi  
A.Cora<sup>1</sup>  
D.Marocchi<sup>2</sup>

# *cielo@scuola*

1. *INAF  
Osservatorio Astronomico  
di Torino*

2. *Dip. di Fisica  
Università di Torino*

## IL SISTEMA INTEGRATO PER LA DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA IN AMBITO ASTRONOMICO E ASTROFISICO

### ABSTRACT

La diffusione di Internet ha trasformato la vita di ogni giorno. Le nuove tecnologie hanno imposto l'innovazione anche nei metodi per l'insegnamento.

CIELO@SCUOLA è un progetto INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino, INFN.IT Museo dell'Astronomia e dello Spazio, Corso di Laurea in Fisica dell'Università di Torino e CSP-innovazione nelle ICT. Lo scopo è di sostenere i professori nell'utilizzo di nuove tecnologie, particolarmente per la diffusione della cultura nell'ambito dell'Astronomia e dell'Astrofisica, mediante corsi a distanza interattivi, articoli scientifici e suggerimenti. Presentiamo il primo corso formativo per docenti di scienze che ha avuto luogo nell'anno scolastico 2011-12.

### INTRODUZIONE

Alcune teorie pedagogiche sostengono che tutte le azioni umane sono mediate da strumenti: il nostro progetto è un tentativo di coordinare fra loro diversi strumenti attraverso l'utilizzo di tecnologie ICT (Information and Communication Technology) per realizzare un corso di Astrofisica e Astronomia per insegnanti di scienze. Sono state coinvolte nel progetto tre scuole superiori:

- Liceo Scientifico Statale "Enrico Fermi" – Arona (NO)
- Liceo Scientifico Statale "Alessandro Volta" – Torino (TO)
- I.I.S. "Giancarlo Vallauri" – Fossano (CN)

Queste scuole, opportunamente equipaggiate con laboratori multimediali, hanno ospitato le aule virtuali, dove gli insegnanti hanno potuto partecipare ai corsi on-line. Oltre alle tre classi virtuali, una classe "reale" è stata allestita presso l'Osservatorio, in modo da non lasciare l'insegnante da solo durante la lezione. Si è infatti verificato come sia importante anche per i docenti che usano le ICT "sentire" la presenza degli studenti.

### PIATTAFORMA WEB PER L'E-LEARNING

Il progetto, iniziato nel marzo 2011, con lo sviluppo delle infrastrutture ICT neces-

sarie presso l'Osservatorio.

Il sito CIELO @ SCUOLA (<http://cieloascuola.oato.inaf.it>) è diventato operativo nel mese di settembre 2011. Il sito svolge il suo compito non solo per la distribuzione di documenti e materiali per l'insegnamento, ma è aperto anche per scopi diversi, come ad esempio la produzione di corsi basati su Internet. La scelta tecnica è caduta su risorse open source, con una piattaforma LAMP (Linux, Apache 2, MySQL 5 e PHP 5) che utilizza WordPress come Content Management System (CMS), MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning) come Learning Management System (LMS) e BigBlueButton come sistema di Web Conferencing (WCS). Sia Moodle che BigBlueButton, sono tutt'oggi in fase di test. A causa di vari problemi tecnici, le lezioni on-line si sono svolte con un altro WCS: GoToMeeting. Per evitare problemi con la larghezza di banda della rete, le video-lezioni potevano essere seguite solo nelle tre aule virtuali.

#### CORSI ON-LINE

Astronomia e Astrofisica sono il veicolo ideale per la gestione di un gran numero di argomenti inerenti diverse discipline scientifiche, come Fisica, Matematica, Scienze della Terra, Geografia, e Chimica, ma gli argomenti sono tali da poter suscitare interesse anche in persone lontane dall'ambito scientifico; in effetti il nostro corso sia stato seguito anche da insegnanti di discipline umanistiche (vedi fig. 3). L'interesse che argomenti legati all'Astronomia ed all'Astrofisica possono suscitare può quindi diventare veicolo per raccontare la fisica anche agli studenti in modo coinvolgente. Il corso (Marzo-Aprile 2012) si è articolato in 8 moduli di 2 ore ciascuno, per complessive 16 ore di lezione. Su un totale di 16 ore di insegnamento, solo 4 ore sono state materialmente seguite presso l'Osservatorio/Planetario; il resto del corso si è sviluppato on-line. Ai docenti che hanno partecipato ad almeno il 50% delle ore del corso di formazione è stato rilasciato l'attestato di frequenza da parte dell'Istituto Nazionale di Astrofisica - Osservatorio Astrofisico di Torino.

#### CONTENUTI DEL CORSO

Per stabilire i contenuti del corso, si è organizzato un convegno "CIELO@SCUOLA: Corso introduttivo - Appunti di lavoro per una Scuola di Astrofisica Virtuale" il 21 Novembre 2011. L'appuntamento è stato pensato per introdurre gli insegnanti alle tecnologie che avremmo utilizzato e per estendere i contatti con i docenti contestualmente gli insegnanti sono stati invitati a indicare gli argomenti che avrebbero avuto piacere di sviluppare durante il corso.

Le indicazioni pervenute sono state per lo più generiche, ma la maggior parte convergevano sulla necessità di elaborare attività di laboratorio da proporre e sviluppare nelle classi. Anche sulla base delle indicazioni pervenute, a ogni lezione teorica è stata abbinata un'attività di laboratorio da potersi poi proporre nelle classi. Ad esempio alla lezione di fisica solare, è stata abbinata la costruzione di un piroeliometro per la misurazione della costante solare. Anche questo suggerimento, e l'esperienza fatta fare in prima persona agli insegnanti, fornendo loro indicazione su come e dove reperire materiale, ha voluto indicare come 'la scoperta' fatta attraverso attività che coinvolgono

in prima persona può far avvicinare con interesse anche ad argomenti di sicuro non semplici come quelli legati all'Astronomia ed all'Astrofisica

Si è scelto di offrire, per questa prima edizione del corso di aggiornamento, una panoramica sui temi principali in tutti i settori di cui si compone la ricerca scientifica in ambito astronomico e astrofisico, a partire dai moti del pianeta Terra, alle galassie e sino all'espansione dell'Universo.

La presenza di vari gruppi di ricerca all'interno dell'Osservatorio Astrofisico di Torino ha permesso la realizzazione delle lezioni da parti di specialisti nello specifico settore di competenza.

Nei mesi precedenti al corso si è richiesta la disponibilità dei Ricercatori Astronomi svolgendo alcuni incontri per definire i temi da proporre durante le lezioni. La materia è vasta e molti sono gli aspetti che richiedono nozioni di fisica e matematica cui far riferimento.

Parallelamente vi è stata l'esigenza di contenere l'argomento di competenza in una sola ora di lezione. Trattandosi di lezioni on-line c'era la consapevolezza che sarebbe stato difficile mantenere la concentrazione e l'attenzione dei docenti oltre questo lasso di tempo. Pertanto, si è scelto di affrontare solo uno o due argomenti significativi a lezione: ad esempio, durante la lezione di planetologia, non si è parlato di tutti i pianeti del sistema solare ma si è scelto di approfondire la tematica dei "corpi minori", molto spesso trascurata, sebbene fondamentale per comprendere il sistema solare.

#### AUTOVALUTAZIONE

Era prevista nel progetto una fase di autovalutazione, i cui risultati sono qui di seguito schematizzati.

Punti di forza:

- Il corso può essere frequentato da remoto permettendo così la partecipazione degli insegnanti che vivono in Piemonte;
- Il materiale didattico: la lezione registrata può essere utilizzata anche dopo il corso;
- I laboratori contengono suggerimenti adatti all'uso didattico.

Criticità:

- La bassa interazione tra i docenti partecipanti;
- Le lezioni sono a volte troppo concettuali;
- Occasionali problemi tecnici con l'audio;
- Non omogenea conoscenza delle tecnologie ICT dei partecipanti.

Le indicazioni pervenute per la nuova edizione del corso sono:

- Ogni partecipante deve avere cuffie e microfono personali;
- La postazione di lavoro deve essere individuale;
- Aumentare il numero di sedi (e di insegnanti) coinvolgibili nel progetto.

In ogni caso il riscontro è stato positivo e ciò ci incoraggia a riproporre il corso il prossimo anno scolastico e pensare a ulteriori nuove iniziative

#### CONCLUSIONI

Il progetto si è concluso formalmente il 31 Luglio 2012 e lascia in eredità l'infrastruttura ICT e i contatti con i docenti che vi hanno partecipato. È nostra intenzione continuare lo sviluppo del sito WEB CIELO@SCUOLA (<http://cieloascuola.oato.inaf.it>) e proseguire la sperimentazione di BigBluButton come e-learning integrato con la lavagna interattiva da utilizzare nella nuova edizione del corso di aggiornamento. L'edizione del 2013, che si terrà nel periodo autunno-inverno verterà su tematiche astrometriche e cosmologiche, anche alla luce del lancio della missione spaziale astrometrica GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics), mantenendo la stessa alternanza tra lezioni teoriche e laboratori da realizzare nelle classi.

#### RINGRAZIAMENTI

Questo progetto è supportato dal Ministero dell'università e ricerca scientifica e tecnologica italiano (MIUR) con un contributo economico (L.6/2000).

---

#### Bibliografia

- A.Cora, L.Abbo, A.Capetti, E.Carli, T.Carriero, A.Cellino, A.Curir, A. Deliperi, A.M.Digianni, W.Ferri, T.Gamba, D.Loreggia, D.Marocchi, E. Monge, R.Morbidelli, S.Rasetti, S.Romaniello, L.Zangrilli.
- CIELO@SCUOLA il sistema integrato per la diffusione della cultura scientifica in ambito astronomico e astrofisico - Rapporto Tecnico Interno n. 161 dell'Istituto Nazionale di Astrofisica Osservatorio Astrofisico di Torino 9 Ottobre 2012
- A.Cora; D.Marocchi - CIELO@SCUOLA: un sistema integrato per la diffusione della cultura scientifica in ambito astronomico e astrofisico – Giornale di Astronomia in press.

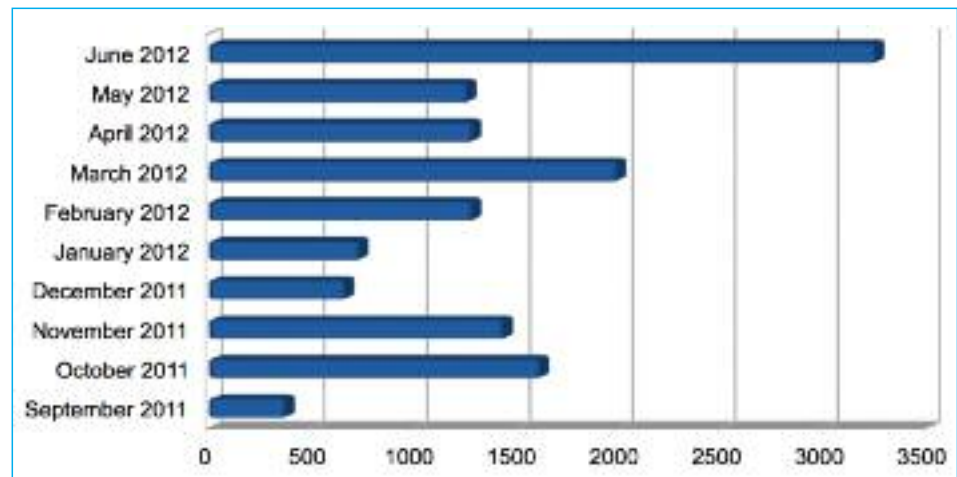


Figura 2: Numero di accessi al sito WEB <http://cieloascuola.oato.inaf.it/>

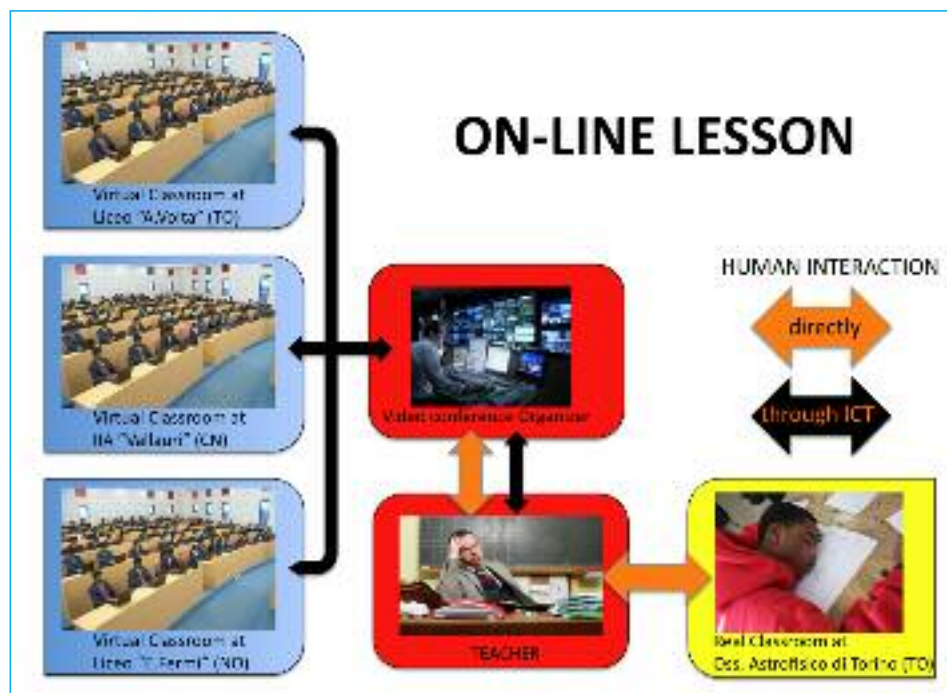


Figura 2: Architettura della video lezione

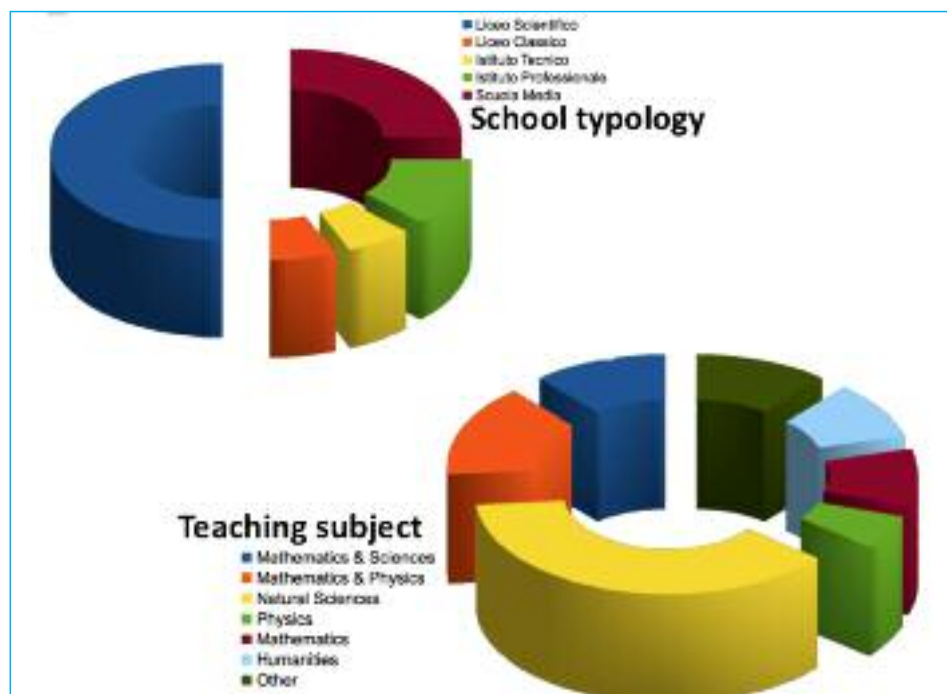
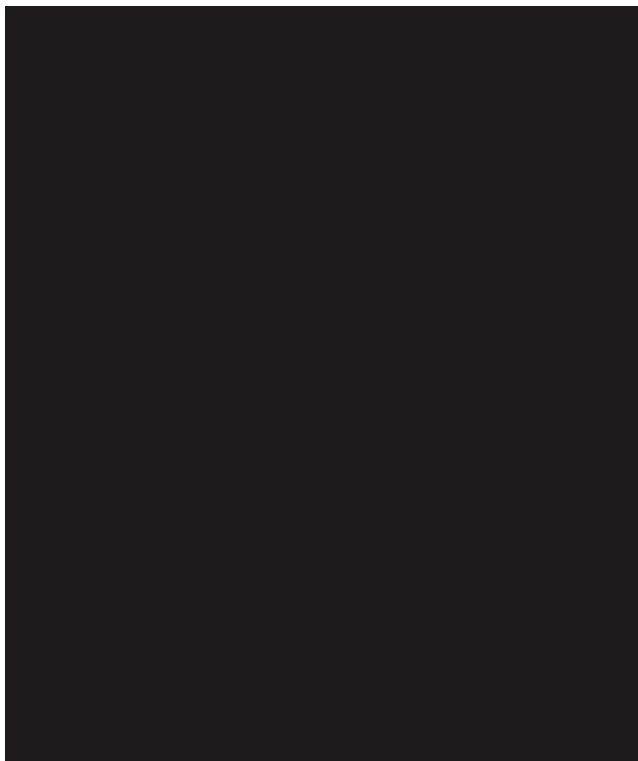


Figura 3: Provenienza degli insegnanti partecipanti al corso di aggiornamento



di G. Chiarello<sup>a,b</sup>  
M.R. Coluccia<sup>a,b</sup>  
A. Corvaglia<sup>b</sup>  
P. Creti<sup>b</sup>  
I. De Mitri<sup>a,b</sup>  
M. Panareo<sup>a,b</sup>  
M. Solters<sup>c</sup>  
C. Pinto<sup>a,b</sup>

# *The CORAM (COsmic RAY Mission) outreach program*

(a)  
*Università del Salento,  
Dipartimento di  
Matematica e Fisica  
"E. De Giorgi", Lecce,  
Italy*

(b)  
*INFN - Istituto  
Nazionale di Fisica  
Nucleare, Lecce, Italy*

(c)  
*Univeristy of Florida,  
Department of Physics,  
Gainesville, Florida,  
USA*

## COSMIC RAY MEASUREMENTS AT HIGH ALTITUDE

### ABSTRACT

CORAM (COsmic RAY Mission) is an outreach program carried out by INFN and the University of Salento in close collaboration with high schools. Students and their teachers are involved in the design, construction, test and operation of detectors for the measurement of several properties of the cosmic ray flux. The results of a set of measurements, made with a first detector prototype at different altitudes and underground, will be described.

### INTRODUCTION

At the beginning of the 20th century, Domenico Pacini performed several underwater measurements in order to establish the variation of an electroscope discharge velocity, i.e. the radiation intensity, as a function of depth<sup>1</sup>. At the same time, Victor Hess measured a variation of the radiation intensity with the altitude<sup>2</sup>, discovering that going up in the atmosphere with a balloon the electroscope discharged more quickly. These and other subsequent works lead to the demonstration that the unknown radiation come from the outer space, hence the name cosmic rays.

Today it is well known that cosmic rays entering the Earth's atmosphere (i.e. the primary cosmic rays) are mainly composed by atomic nuclei and a small amount of photons, electrons and positrons. Their energy varies in a wide interval reaching about 1020 eV. Primary cosmic rays interacting in the atmosphere generate extensive air showers (EAS) of secondary particles that reach the ground. The muon flux at sea level is about 300Hz/m<sup>2</sup><sup>3</sup>.

The dependence of secondary cosmic ray flux on the altitude is then characterized by a maximum followed by an exponential decay (towards sea level). This behaviour is also known as Pfozter plot from the name of the physicist that first performed different measurements with weather balloons and using particle detectors put into coincidence at different altitudes<sup>4</sup>. The position of the maximum in the Pfozter plot depends on different factors, like the considered particle type, the geomagnetic latitude, the detection energy threshold, etc. However all the components show a peak at about 100-150 g/cm<sup>2</sup> of atmospheric depth, corresponding to about 18 km above sea level (a.s.l.).

The goal of CORAM is the dissemination of (astro-)particle physics, and related techni-

1. D. Pacini, Nuovo Cimento 3 (1912) 93.
2. V. Hess, Phys. Z. 13 (1913) 1084.
3. J. Beringer et al. (Particle Data Group), Phys. Rev. D 86 (2012) 010001
4. G. Pfozter, Zeits. f. Physik, 102 (1936) 23.



ques, among high school students, through the measurements of several properties of the natural particle beam given by cosmic rays.

In a first phase, students and teachers attended several seminars concerning the introduction to particle and cosmic ray physics, covering also the basic concepts related to detection techniques and data acquisition and analysis. Then they were fully involved in the design and building of a cosmic ray detector. Some properties of the cosmic ray flux can then be measured and data analyzed and compared with our current knowledge on this topic.

The dependence of the cosmic ray flux (above a given energy threshold) on the altitude has been investigated by means of a set of measurements done in Lecce and in several places around the Gran Sasso massif in central Italy, up to about 2100 m a.s.l. This approach allowed students to repeat (part of) the same type of investigations made in the summer 1939 by Bruno Rossi and J. Barton Hoag going from Chicago to Mount Evans <sup>5</sup>.

In the following sections we will illustrate the experimental setup and the measurement results.

#### THE EXPERIMENTAL SETUP

The detector prototype is made of four tiles of plastic scintillator interposed with iron absorbers. Each tile has dimensions of 14.3 cm x 14.3 cm x 1.0 cm and density of 1.032g/cm<sup>3</sup> (BC-412). Iron absorbers have the same size but a 2 cm thickness. Scintillation light is detected by two APDs (Avalanche Photo-Diodes) with 1mm<sup>2</sup> sensitive area and it is collected through a wavelength-shifting (WLS) optical fiber with a diameter of 1mm<sup>6</sup>.

The flexibility of the fiber allows packing them in circular coils thus increasing the light collection efficiency over the plastic volume. This setup has been chosen because it allows enough stability and avoids the use of high voltage supply as is the case for photomultipliers. Through the coincidence of four horizontal tiles, it is possible to detect cosmic ray muons with minimum energy of about 150 MeV.

Front-end electronics are placed over each tile, which allows for discriminating signals from the two APDs and for sending the signals to the DAQ system, which comprises an FPGA and a controller. Data are processed from the FPGA in a defined time window through a look-up-table for coincidence counting. The results are sent to the controller that provides the timestamp with the time information from a GPS receiver integrated in the DAQ. Moreover, it also provides the environment temperature records, defines the time window for data acquisition, saves data on a SD-Card and finally sends them serially to a telemetry system or to a computer for test purpose. An appropriate graphical user interface was also developed using the LabView software<sup>7</sup>.

#### RESULTS OF THE MEASUREMENTS

Students participating to the project were directly involved in the construction and test of the detector prototype. In small groups, they worked at the Astroparticle Physics laboratory of the University of Salento and INFN Lecce, for assembling and testing the detector. Detailed test results can be found in [8]. In March 2012 a first measurement

5. B. Rossi and J. Barton Hoag, *Phys. Rev.* 57 (1940) 461

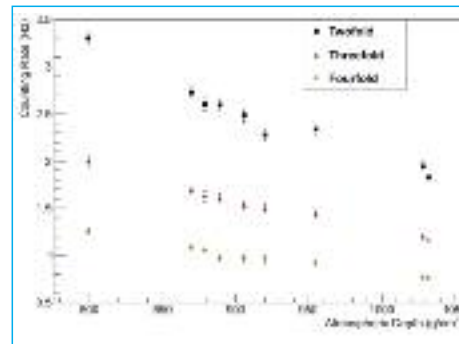
6. A. Akhmedov et al., *Nucl. Instrum. Methods A* 539 (2005) 172.

7. LabVIEW National Instruments, [www.ni.com/labview/](http://www.ni.com/labview/)

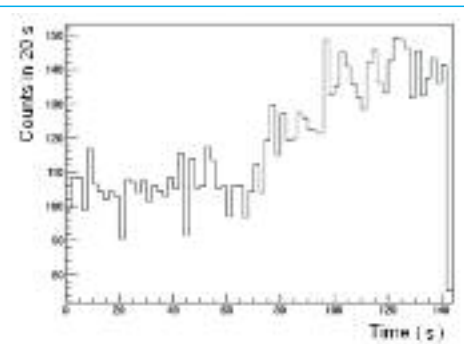
campaign has been organized with students and their teachers, the main goal being the study of the dependence of the detected cosmic ray flux on the atmospheric depth. Measurements were done in different locations starting from Lecce and going toward the Abruzzo mountains up to Campo Imperatore, a plateau in the Gran Sasso massif at about 2100 m above sea level.

As a first check, the ratios of several coincidence types (e.g. twofold to threefold, etc.) were studied as a function of the altitude. As expected, those ratios turned out to be independent from the atmospheric depth. Moreover their absolute values are in agreement with calculations taking into account the single detector efficiency measurements made in the Lecce laboratory (see<sup>8</sup>) and simple acceptance estimations.

In Fig.1 the measured rates for two, three and four-fold coincidence, are reported as a function of the atmospheric depth. We can see that the counting rates increase going from sea level (about 1035 g/cm<sup>2</sup>) to Campo Imperatore (about 800 g/cm<sup>2</sup>) as expected. The single tile counting rates, even showing an average increase with altitude, were affected by the noise of each detector plate and by the different radiation backgrounds at each site.



*Fig.1: Measured counting rates for 2,3, or 4 fold coincidences as a function of the atmospheric depths. The detected flux raises with altitude as expected.*



*Fig.2: Single layer counting rates as measured during the ascent on the Gran Sasso cableway. Similar behaviors were obtained for 2,3, or 4 fold coincidence rates.*

In Campo Imperatore we also studied the rate dependence on the zenith angle. The counting rates were measured after having tilted the detector vertical axis towards the east and west directions. The results are in agreement with the expectations considering the detector wide field of view and shower background for large zenith angles. As expected no east-west effect was detected due to the site location, the energy threshold and detector field of view.

Measurements were also performed during the ascent from Fonte Cerreto to Campo Imperatore (from 1120m to 2140m a.s.l.) with the Gran Sasso cableway. Since the ascent usually lasts about ten minutes, statistical fluctuations in the measured rates are large, due to the small detector acceptance. By the way, a clear raising of the counting rate was observed for each type of coincidence, in agreement with the expectations (see Fig.2).

Underground measurements were made in the INFN's Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), where the students also had the possibility to visit the experimental faci-

8. M.R. Coluccia et al., Nuovo Cimento C 5 (2012) 35.

lities. Because of the rock overburden (about 3000 m water equivalent in the vertical direction) the secondary cosmic ray flux inside the Gran Sasso tunnel is reduced by a factor of about 106. This reduces the cosmic ray particles to about one muon per square meter per hour<sup>9</sup>. This flux is below the sensitivity of our detector in the used short time bins. We then expect to have a null result for the coincidence rates, the accidental background being negligible, while the single rates would just give a measure of the electronic noise and the environment radioactivity. This is what we actually observed.

### CONCLUSIONS

High school students (with the help of their teachers) were involved in the design and operation of a small cosmic ray detector. Some properties of the cosmic ray flux have been measured and data analyzed and compared with our current knowledge in the field. The dependence of the cosmic ray flux (above a given energy threshold) on the altitude has been investigated by means of a set of measurements done in Lecce and in several places around the Gran Sasso massif in central Italy, up to about 2100 m a.s.l. Underground measurements were also made inside the INFN Laboratori Nazionali del Gran Sasso. The students were fully involved in detector operation and data analysis. The results of the measurements were in agreement with the expectations. The next phase of the outreach program includes the building of a larger detector and new measurements at high altitude or even underwater.

### ACKNOWLEDGEMENTS

We kindly acknowledge the LNGS staff and its Director for their support and warm hospitality. INFN encouraged and supported this outreach program by funding the detector and the DAQ system. One of the authors, M.S., participated to this activity in the framework of the summer students exchange program 2012 between INFN and the US Department of Energy<sup>10</sup>.

9. M. Ambrosio et al. (The MACRO coll.), Phys. Rev. D 52 (1995) 3793

10. See <http://web2.infn.it/DOE-INFN-SSEP/>

di D.Marocchi  
Paolo Grosso

# *Alla scoperta dell'energia*

*Dipartimento di Fisica,  
Università di Torino*

## **ABSTRACT**

Il progetto, in collaborazione fra i docenti del Liceo Cocito di Alba e il Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino, ha coinvolto circa 100 studenti di IV liceo scientifico. Si è trattato di un cammino alla scoperta della grandezza energia e delle sue trasformazioni attraverso attività varie di discussione, di azione pratica, di esecuzione di un vero e proprio esperimento di laboratorio. Il calcolo del rendimento che caratterizzava questa trasformazione ha permesso agli studenti di scoprire la diversificazione delle diverse forme di energia utilizzate e da qui di riflettere in modo più diretto sull'esistenza di diverse fonti energetiche e sul loro utilizzo.

## **INTRODUZIONE**

Molto spesso lo studio della Fisica nella scuola superiore si trasforma nello studio delle formule della fisica, presentate avulse dal processo storico in cui si sono sviluppate e dalle loro implicazioni nella vita quotidiana. Risulta pertanto difficile che la lezione si trasformi in una comunicazione della fisica e la presentazione dei diversi argomenti si tramuti per lo studente in una scoperta ed in una conoscenza più profonda e vitale del mondo e delle sue regole. Scopo dell'esperienza sviluppata presso il Liceo Cocito di Alba e realizzata con un centinaio di studenti di IV superiore è stato quello di presentare un argomento importante e complesso come l'energia e la sua trasformazione partendo da un percorso sperimentale, costruito attraverso passi successivi in cui gli studenti stessi erano guidati a scoprire il significato degli argomenti affrontati ed i loro collegamenti. Obiettivo dell'operazione era verificare come anche l'insegnamento in ambito scolastico possa trasformarsi in un momento di scoperta della fisica, comunicata in modo attivo e partecipato e collegata a situazioni di vita concreta.

La scelta dell'argomento 'energia e sua trasformazione' è stata fatta principalmente perché diverse ricerche in ambito didattico hanno evidenziato come questo concetto non sia di facile comprensione e come spesso venga associato a formule imparate scollegandole però dai significati concreti ed applicativi. Il concetto di energia viene spesso avvicinato dagli studenti con apparente sicurezza: dopotutto si ha a che fare con un termine non nuovo, ma il suo significato fisico non ricalca esattamente il significato

“popolare”, collegato alla vita, al movimento e alla capacità di produrre azioni ed effetti e, di conseguenza, a consumarsi. L'idea che l'energia si possa trasformare e conservare è spesso visto come un principio che si trova scritto sui libri di fisica e che va preso come tale senza capirne a fondo il significato. In effetti, se tutto sommato è facile definire alcuni tipi di energia, come quella cinetica o l'energia potenziale associata a una data forza conservativa, è estremamente difficile definire precisamente che cosa sia l'energia in generale.

#### IL PROGETTO

Inizialmente si è cercato di capire quali idee di energia avessero gli studenti per poter poi verificare quante ‘scoperte’ sarebbero state fatte nel corso dell'esperienza. Circa il 40% dei ragazzi alla domanda ‘cos'è l'energia’ ha scritto, seguendo la classica definizione dei libri di testo, che l'energia è la capacità di un corpo a svolgere lavoro, anche se spesso volte non risulta ben chiaro chi o che cosa svolga questo lavoro, specialmente quando si parla di forme di energia quali energia nucleare o l'energia chimica. L'energia è anche vista come tutto ciò che produce movimento, che permette lo spostamento di corpi e di compiere delle azioni o, più in generale, tutto ciò che provoca un mutamento sui corpi o sull'ambiente e che provoca effetti su di essi.

Alcuni studenti pensano all'energia come ad un qualcosa “nascosto” all'interno della materia ed affermano che essa è una sua caratteristica intrinseca: ogni corpo quindi al suo interno contiene una certa proprietà, non ben definita, che chiamiamo energia che può trasferirsi da un corpo ad un altro. Da questi punti di partenza è iniziata l'attività specifica che aveva, come scopi principali:

- Portare gli studenti ad una maggiore comprensione e corretto utilizzo dei concetti fisici di energia, potenza e rendimento;
- Mostrare come esistano altre forme di energia oltre a quelle che solitamente si studiano durante le lezioni di fisica a scuola;
- Scoprire l'applicazione di questi concetti a un tema di grande attualità come quello delle energie rinnovabili, fornendo così agli studenti alcuni strumenti utili per poter valutare in modo più oggettivo tutto ciò che si sente dire attorno a questo argomento.

Lo studio della fisica in questo modo veniva scoperto anche come uno strumento utile per orientarsi in problematiche sociali ed economiche di rilievo.

Uno dei problemi di base era come conciliare questo progetto con il programma scolastico ministeriale, che per le classi quarte di un liceo scientifico è maggiormente concentrato su argomenti di Termologia. La soluzione è stato l'utilizzo di un motore di Stirling. Da un lato infatti questo strumento permette di introdurre concetti curriculari quali cicli e trasformazioni termodinamiche e tutto ciò che riguarda le macchine termiche; dall'altro è possibile utilizzare questo motore a combustione esterna con diverse fonti di energia come per esempio vari combustibili oppure l'energia solare, permettendo quindi di portare a confronto l'effetto della trasformazione di queste tipologie diverse di energia. Inoltre il motore mostra un tipico esempio di trasformazione energetica, da energia termica a energia meccanica, a cui ovviamente è legato il

concetto di efficienza di trasformazione. Infatti un punto ‘delicato’ è stato proprio quello della produzione/trasformazione dell’energia: anche se la legge di conservazione dell’energia meccanica è una delle più usate nei problemi di fisica proposti a scuola ed è quindi, di per sé, conosciuta, il modo comune di parlare tende a far passare il concetto di produzione al posto di quello di trasformazione.

Nella fase preliminare si è cercato, con semplici domande, di verificare la comprensione pratica di grandezze come Watt e Joule, verificando come essi risultassero piuttosto vaghi.

Il progetto ha quindi previsto una specie di “prova fisica” finalizzata a far scoprire e rendere più concreto il concetto di lavoro e potenza e di quantificare meglio le grandezze che si usano per definirli. Ogni studente aveva il compito di portare su per le scale fino al primo piano due taniche di acqua da 5 Kg ciascuna. Misurando il dislivello totale (circa 5 metri) e il tempo impiegato per svolgere questo esercizio, è stato possibile misurare la potenza sviluppata da ogni studente.

È stato poi chiesto loro di paragonare le potenze sviluppate da loro con quelle di uso comune come per esempio quella di un asciugacapelli, di un forno elettrico oppure di un ferro da stiro.

Questo ha quindi permesso di scoprire in modo diretto l’entità di grandezze utilizzate comunemente.

Inoltre le potenze che fisicamente un uomo può realizzare sono state confrontate con quella sviluppata dal motore di Stirling: si è chiesto ad esempio di calcolare la quantità di alcool necessaria al motore per compiere lo stesso lavoro svolto dai ragazzi. Ciò ha permesso loro di scoprire che sono necessarie modeste quantità di alcool (qualche decina di grammi) per ottenere un lavoro pari a quello necessario per alzare una massa di 10 Kg ad un’altezza di 5 metri: hanno così realizzato che combustibili come la benzina, l’alcool, il carbone hanno un grande potere calorifico, essendone necessarie piccole dosi per svolgere attività che per un uomo potrebbero risultare abbastanza gravose e faticose. I ragazzi, stimolati e incuriositi da queste scoperte, hanno confrontato di loro spontanea iniziativa la potenza da loro sviluppata con altre di uso comune: alcuni di loro hanno ad esempio calcolato quanti studenti sarebbero stati necessari per sviluppare una potenza pari a quella di un motore di automobile.

Poter visualizzare e confrontare le quantità studiate sul libro con qualcosa di ‘reale’ ha suscitato interesse e sviluppato il desiderio di scoprire ancora altri collegamenti: molti studenti hanno voluto associare il concetto fisico di potenza con quello umano di fatica notando una correlazione tra potenza sviluppata e fatica spesa nel portare le taniche d’acqua. Nell’insieme questa è stata l’esperienza che maggiormente ha interessato gli studenti in quanto, grazie ad un riscontro pratico e a paragoni con esperienze della vita di tutti i giorni, è riuscita a rendere concreta l’idea di grandezze fisiche studiate.

Altro momento di interesse, in cui gli studenti hanno potuto cimentarsi liberamente discutendo in gruppo per arrivare alla soluzione, almeno concettuale, del problema, è stata la proposta di un quesito che richiedeva l’utilizzo del concetto di efficienza nella trasformazione di una forma di energia in un’altra. Di norma questo tipo di problematica non è affrontata nei problemi proposti a scuola, dove la trasformazione

dell'energia è supposta avvenire di norma in modo completo. Non è quindi stato immediato per gli studenti arrivare ad intuire la problematica nascosta nel quesito:

*“Gino deve andare con la sua macchina da Torino a Milano (distanza 100 Km) e vuole calcolare quanti litri di carburante dovrà mettere nel serbatoio. Ipotizzando che il motore della sua automobile lungo il viaggio metta a disposizione una forza costante di 80 N e che il carburante sviluppi un'energia di  $4 \times 10^5$  Joule/litro, egli calcola che gli saranno sufficienti 20 litri di combustibile per compiere l'intero tragitto. Gino parte per il suo viaggio, ma dopo 30 Km la macchina si ferma poiché nel serbatoio non c'è più carburante. Cos'è successo? Perché Gino è rimasto a piedi? Quale elemento Gino ha trascurato nei suoi conti? Individua il parametro di cui Gino non ha tenuto conto e valuta effettivamente quanti litri di carburante doveva inserire nel serbatoio per compiere l'intero viaggio.”*

Anche questa parte del progetto ha permesso agli studenti di confrontarsi con problematiche reali e di comprendere come l'applicazione delle leggi fisiche alla realtà deve avvenire tenendo conto di parametri più complicati di quanto avessero previsto in partenza: si è trattato anche qui di una scoperta a cui sono arrivati attraverso la discussione ed il confronto e che ha fatto sì che il concetto si consolidasse in modo più profondo.

Parte essenziale del progetto è stata l'esperienza di laboratorio vera e propria. Definita l'efficienza del motore, restava il problema di come calcolare il lavoro svolto e il calore assorbito.

Si è collegato un oscilloscopio al motore e attraverso due sensori che misuravano ad ogni istante i valori di pressione e volume, si è visualizzato sullo schermo il ciclo termodinamico. Attraverso un foglio di carta trasparente gli studenti hanno ricopiato la figura, che successivamente è stata riportata su un foglio di carta millimetrata in modo da poter calcolare l'area racchiusa all'interno del ciclo. Essa è risultata espressa in  $\text{cm}^2$ , mentre sull'oscilloscopio le misure di pressione e volume erano espresse attraverso le divisioni: con un po' di lavoro e di discussioni gli studenti hanno dovuto scoprire, attraverso l'area disegnata sul foglio di carta millimetrata, la quantità di lavoro fatto dal motore. Per quanto riguarda il calcolo del calore assorbito sono stati necessari alcuni passi: riempito il becher con una quantità nota di acqua distillata  $M$ , si è rilevata la temperatura iniziale  $e$ , dopo una decina di minuti, la temperatura finale. La quantità di alcool consumata è stata ottenuta facendo la differenza tra il peso iniziale e finale del bruciatore nei 15 minuti di funzionamento del motore. Applicando le formule della calorimetria hanno calcolato, attraverso i dati sperimentali raccolti, il potere calorifico dell'alcool e la quantità di calore fornita. Infine si è arrivati al calcolo del rendimento del motore.

#### **CONCLUSIONE.**

Cosa si può concludere al termine di questa esperienza? Gli studenti si sono sentiti coinvolti nella scoperta di una relazione che non era più solo una formula sul libro, ma aveva assunto concretezza. Le unità di misura sono diventate più reali, potendo confrontare l'esperienza personale di lavoro e potenza sviluppata con le indicazioni fornite dai co-

struttori delle apparecchiature che ogni giorno usiamo. Il principio di conservazione dell'energia, la trasformazione da una forma di energia all'altra, le 'perdite' che riducono il rendimento teorico, ... sono diventate esperienza concreta. Si è concretizzata anche la 'fatica' dell'azione di laboratorio, con le necessarie regole da seguire, con le ripetizioni delle misure, con la necessità di annotare accuratamente e raccogliere quanto fatto in una relazione conclusiva. Anche questo ha fatto parte della scoperta di una fisica reale, concreta, impegnativa ma anche affascinante e legata alla realtà.

---

#### *Bibliografia*

- Besson, U., e De Ambrosis, A. "Giornale di Fisica [vol. LII, N.3]: L'effetto serra e l'insegnamento di concetti e fenomeni fisici legati all'energia". Luglio-Settembre 2011
- Gallitto, A., e Fiordilino, E. "Giornale di Fisica [vol. LII, N.4]: Piano nazionale lauree scientifiche - Fisica: un percorso di laboratorio sulle tematiche energetiche". Luglio-Settembre 2011
- Mayer, M. "Insegnare l'energia come e perché". Enciclopedia italiana Treccani. 2008





di G. Immé<sup>1,2</sup>  
R. Catalano<sup>1,2</sup>  
G. Mangano<sup>1</sup>  
D. Morelli<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Dipartimento di  
Fisica e Astronomia  
Università degli Studi  
di Catania*

<sup>2</sup> *Istituto Nazionale  
di Fisica Nucleare  
Sezione di Catania*

# *Laboratorio di radioattività*

## UN ESEMPIO EFFICACE DI DIFFUSIONE SCIENTIFICA

Da molti anni nell'ambito del Piano Nazionale Lauree Scientifiche (PLS), progetto INFN (gruppo V) in collaborazione con il MIUR, sono state sviluppate iniziative volte alla promozione della cultura scientifica, con l'intento di sensibilizzare le nuove generazioni su tematiche legate al problema della radioattività ambientale, intraprendendo una campagna di divulgazione scientifica, che coinvolge principalmente studenti delle scuole secondarie di secondo grado in misure di concentrazione di radon in ambienti confinati. Dal grande successo riscontrato queste attività rappresentano una strategia vincente per migliorare la diffusione della fisica, in particolare su argomenti di radioattività.

### INTRODUZIONE

In uno scenario in cui il clima culturale evolve verso una crescente sfiducia nella scienza il piano nazionale "Lauree Scientifiche" (PLS) per la Fisica, che ha per capofila l'Università di Catania, ha l'obiettivo di dare agli studenti della scuola secondaria una corretta percezione della Fisica e della sua ricchezza culturale sia come strumento scientifico che tecnologico, di avvicinare gli studenti ad attività sperimentali in laboratorio, di migliorare le loro conoscenze disciplinari e interdisciplinari.

Il piano nazionale Lauree Scientifiche ha il suo punto di forza nel "laboratorio", inteso come metodo per "sapere" attraverso il "saper fare", un modo efficace per insegnare e per imparare. Il laboratorio non rappresenta solo un luogo fisico, in cui gli studenti sono direttamente coinvolti in attività sperimentali, ma rappresenta anche uno strumento metodologico per imparare e per acquisire competenze in fisica, uno strumento educativo per migliorare anche le competenze trasversali, come la comunicazione e le relazioni interpersonali.

Il tema della radioattività ambientale si presta molto bene per applicare questo tipo di approccio e così, attraverso una sinergia fra PLS e il progetto Envirad-SPLASH (ENVIronmental RADioactivity-School Project LABoratory SHow) del gruppo V-INFN si realizzano progetti locali in cui gli studenti vengono coinvolti in attività sperimentali su tematiche di radioattività ambientale, al fine di far superare la sfiducia nel nucleare e per sottolineare il grande contributo della fisica nucleare al benessere dell'umanità attraverso molte applicazioni, come la salute umana, la tutela del patrimonio ambientale e culturale, l'energia, ecc. Viene così realizzato un modello di "orientamento formativo" in più steps, che ricalcano

i passaggi attraverso cui evolve un rigoroso lavoro scientifico, coinvolgendo gli studenti in una attività di laboratorio che ha connotati di attività di ricerca.

#### LABORATORIO DI RADIOATTIVITÀ

Il laboratorio permette agli studenti di incontrare la fisica in un modo interessante e piacevole; insegnando come la fisica aiuta a capire il mondo e a governare la tecnica, permette di acquisire competenze sperimentali e metodo scientifico.

Nei diversi progetti locali PLS vengono realizzati vari tipi di laboratori: laboratori sul campo, laboratori in kit, con sensori on-line, laboratori virtuali, con materiali facilmente reperibili, laboratori di fisica nella vita quotidiana e laboratori interdisciplinari. Molti argomenti sono prevalentemente rivolti a elettromagnetismo, ottica, acustica, fisica moderna, radioattività.

Particolarmente interessante per la diffusione delle conoscenze in fisica è il tema della radioattività ambientale. Così un laboratorio che si presta bene a questo scopo è il laboratorio di radioattività, dove gli studenti sono direttamente coinvolti in misure di radionuclidi in ambiente e soprattutto di radon indoor. In particolare, questo tipo di attività in questo specifico argomento induce gli studenti ad essere fiduciosi nella scienza nucleare, introduce in modo corretto il problema della radioattività, coinvolge gli studenti in misure di fisica, nell'allestimento di set up sperimentali, nell'analisi dei dati, nell'elaborazione dei risultati, stimolando gli studenti anche a conoscere l'ambiente in cui vivono o studiano, guardando anche ad aspetti di geofisica, biologia, ingegneria, ....

#### *Metodologia*

Il successo delle attività si basa su una forte collaborazione tra le università, le sezioni INFN e le scuole. La fase preliminare consiste nell'apprendimento di argomenti di base di fisica nucleare e in particolare di radioattività. In seguito gli studenti stessi, con l'aiuto dei loro insegnanti e dei tutor universitari, allestiscono la strumentazione e i rivelatori e organizzano le campagne di misura, che poi effettuano personalmente curando anche l'analisi dei dati. Alla fine di ogni anno, in un meeting annuale presso i dipartimenti di Fisica gli studenti presentano l'attività svolta, i risultati, la loro considerazione e conclusioni.

Viene così realizzato un modello di "orientamento formativo" in più steps, che ricalcano i passaggi attraverso cui evolve un rigoroso lavoro scientifico, coinvolgendo gli studenti in una attività di laboratorio che ha connotati di attività di ricerca.

Un passo più avanzato comprende la produzione di mappe con i dettagli della distribuzione del radon e il link alla situazione geofisica locale e la caratterizzazione radiometrica dei materiali (rocce, suolo, materiali da costruzione, acqua, ...), con un'ampia sensibilizzazione della popolazione attraverso iniziative gestite da studenti e insegnanti.

#### COSA DEVONO SAPERE GLI STUDENTI SULLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Prima di tutto, è importante che gli studenti diventino consapevoli di vivere in un ambiente radioattivo, sia dovuto al fondo naturale che a sorgenti artificiali. È importante sottolineare che il contributo alla radioattività naturale è tre volte maggiore di quello dovuto ad applicazioni tecnologiche o mediche di sostanze radioattive.

Gli studenti devono sapere da dove si origina la radioattività naturale: dai raggi cosmici,

dalla radiazione cosmogenica e da radioattività dalla Terra, dovuta ai radionuclidi primordiali presenti in materiali inorganici della crosta terrestre fin dalla sua formazione. Gli studenti imparano che il radon rappresenta il maggior contributo alla radioattività naturale, che in Italia il contributo medio di radon è più (64%) che nel mondo (52%), che il radon è un gas nobile radioattivo, incolore e inodore, prodotto dal decadimento del radio, che deriva dal decadimento dell'uranio, decadendo con un'emivita di circa 4 giorni in prodotti radioattivi solidi. Il radon viene emanato dal suolo, dai granuli rocciosi, da materiali da costruzione, è trasportato da acqua o aria nei pori delle rocce e esalato in atmosfera in cui poi si disperde rapidamente. Ma il gas radon può entrare facilmente nelle case e quindi gli studenti devono essere consapevoli del problema del radon indoor. Il contenuto di radon in ambienti chiusi dipende da molti fattori, sia da caratteristiche costruttive (substrato di roccia, materiali da costruzione, ...) sia dalle condizioni ambientali.

Per la sua elevata mobilità il gas radon si distribuisce rapidamente nell'ambiente; nell'aria, decadendo produce nuclidi radioattivi che, chimicamente attivi, vengono depositati in parte sulle pareti, mobili ecc .., in parte si attaccano al particolato che può essere inalato e depositato sulle superfici dei tessuti del tratto respiratorio e poiché sono radioattivi possono causare la ionizzazione di atomi dei tessuti del tratto respiratorio e anche nei polmoni. È importante rendere gli studenti consapevoli di questa pericolosità e coinvolgerli



*Figura 1 - Le diverse operazioni in cui sono coinvolti studenti nella preparazione di dosimetri: a) posizionamento dei CR-39 all'interno della camera di diffusione; b) etching chimico e c) lettura dei rivelatori per mezzo di un microscopio ottico; d) presentazione della relazione durante l'annuale meeting PLS-Radon presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia - Università degli Studi di Catania.*

nelle misure della concentrazione di radon nelle loro case e nelle scuole.

Così essi vengono addestrati sulle tecniche di rivelazione, sistemi attivi e passivi, a breve e lungo termine. In particolare, la metodologia preferita è quella che utilizza i rivelatori a tracce nucleari CR-39 poiché sono economici e facili da usare e dal punto di vista didattico particolarmente efficaci. Sono gli studenti che preparano i rivelatori, in seguito ricevono informazioni sulla procedura di monitoraggio e le istruzioni sul posizionamento dei dosimetri. Dopo l'esposizione dei dosimetri CR-39 (almeno tre mesi), gli studenti sono coinvolti in laboratorio nella procedura di etching chimico e nella lettura dei CR-39 al microscopio con un sistema semiautomatico per il conteggio delle tracce per la successiva determinazione dei valori di concentrazione di radon.

Infine, gli studenti preparano una relazione sull'attività svolta e alla fine dell'anno presentano nel meeting PLS-Radon presso il Dipartimento di Fisica i risultati del monitoraggio. La figura 1 mostra le varie fasi in cui sono coinvolti studenti nel laboratorio di radioattività.

#### MISURE DI RADON INDOOR

Il progetto rappresenta anche l'occasione per stimolare gli studenti ad indagare sul territorio, sul proprio ambiente abitativo e di studio, sulla tipologia dei materiali da costruzione e del loro contenuto di radionuclidi, sulla struttura geologica (presenza di faglie, fratture, acquiferi,...) e sulla litologia dei siti su cui insistono gli edifici monitorati.

Nel frattempo il progetto persegue anche altri obiettivi come aumentare la banca dati regionale delle concentrazioni di radon in ambienti chiusi, diffondere tecniche e metodi di lavoro, migliorare i collegamenti tra istituti di ricerca, università e scuole, promuovere la conoscenza del territorio da parte degli studenti e correlare le concentrazioni di radon con i fenomeni geodinamici.

A titolo di esempio, riportiamo alcuni risultati di un sondaggio di radon indoor effettuato coinvolgendo studenti di istituti superiori in Sicilia. Il coinvolgimento delle scuole ha permesso di indagare le concentrazioni di radon in modo quasi sistematico nella Sicilia orientale, in 30 comuni con diversa struttura geomorfologica. In figura 2 sono riportati i valori di concentrazione di radon indoor. L'area in esame ha mostrato valori medio-alti di concentrazione di radon indoor, superiori alla media italiana.

La maggior parte delle misure è distribuita tra 0 e 50 Bq/m<sup>3</sup>, solo il 5% dei valori di

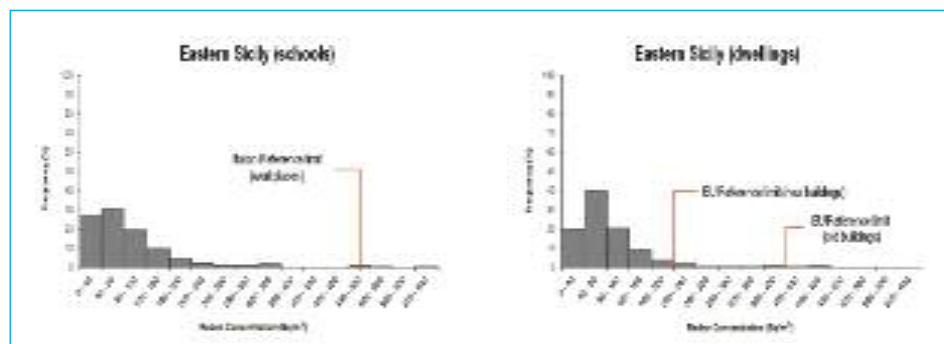


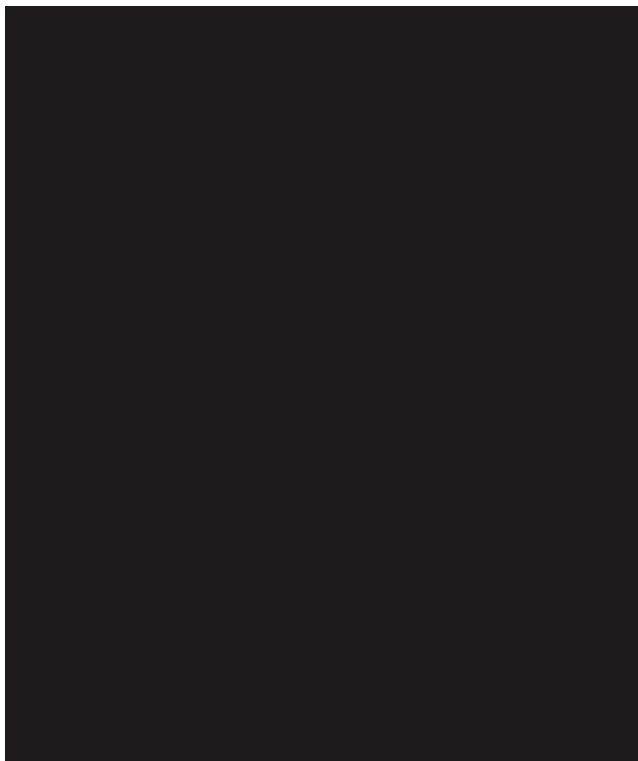
Figura 2 - Distribuzioni di frequenza dei livelli di radon, ottenuti per le scuole indagate (a sinistra) e le abitazioni (a destra).

concentrazione sono superiori a 200 Bq/m<sup>3</sup>. Valori critici maggiori di 400 Bq/m<sup>3</sup> è stata trovata solo nell'1,5% dei siti.

I risultati di questo monitoraggio possono essere anche confrontati con quelli degli altri partners dei progetti PLS e INFN, consentendo di ampliare gli obiettivi dell'indagine allo studio delle emissioni di gas radon in relazione ai parametri geofisici del terreno, alla tipologia delle costruzioni e alle variabili meteorologiche.

#### CONCLUSIONI

Viene riportato un esempio efficace di diffusione della conoscenza scientifica, in particolare di fisica nucleare. Esso si basa sul coinvolgimento diretto degli studenti delle scuole superiori in attività sperimentali in laboratorio su argomenti specifici. E' stato anche occasione per rendere gli studenti e le loro famiglie consapevoli della pericolosità del radon e della necessità di monitorarne la presenza nelle abitazioni, nei luoghi di lavoro e nelle scuole. Il successo dell'iniziativa è testimoniato dal numero, sempre crescente, di scuole che ogni anno chiedono di partecipare al progetto e dall'interesse mostrato da studenti e insegnanti sui temi proposti, riuscendo a superare paure ed esitazioni, sia sul nucleare che sul laboratorio, dove hanno imparato a stare a loro agio. L'estensione nazionale del PLS-Fisica, con la fitta rete di scuole coinvolte, potrebbe consentire di coinvolgere sempre più studenti nella realizzazione di un network nazionale su misure radon e nella gestione di una banca-dati per confrontare i risultati e le metodologie adottate. Inoltre, sulla base delle collaborazioni internazionali di ricerca, questo approccio di divulgazione scientifica potrebbe essere esteso anche in Europa.



di Matteo Leone

*Dipartimento di  
Filosofia e Scienze  
dell'Educazione  
Università degli Studi  
di Torino*

# *La storia della fisica come strumento per la didattica*

## **ABSTRACT**

La possibile funzione didattica della storia della fisica, e più in generale della storia della scienza, è questione antica e controversa. Una recente sperimentazione didattica su un campione di bambini della scuola primaria dimostra che la storia dell'elettricismo dei primi anni dell'Ottocento può essere un valido strumento per l'identificazione di alcune difficoltà concettuali dei bambini relativamente ai circuiti elettrici in corrente continua.

---

La storia della scienza è solitamente assente nella didattica delle scienze nella scuola primaria e secondaria, e nei casi in cui è presente ha un ruolo accessorio o cosmetico, come largamente testimoniato da manuali e sussidiari. Laddove la storia fa la sua comparsa, questa è solitamente sotto forma di medaglioni biografici di grandi scienziati o di cronache di importanti scoperte scientifiche. Cronache e medaglioni appaiono però concettualmente e stilisticamente slegati dei contenuti didattici disciplinari e il rapporto tra questi contenuti e il passato della disciplina rimane fortemente ambiguo.

Nel corso degli anni, tuttavia, un numero sempre crescente di ricercatori è giunto alla conclusione che la storia della scienza, e in particolare la storia della fisica, possa essere uno strumento didattico sotto almeno tre profili distinti: motivazionale, ovvero come fattore di sviluppo di attitudini positive verso la scienza; culturale, per trasmettere una visione meno distorta della natura della scienza; metodologico, per diagnosticare e superare difficoltà concettuali degli studenti. La sperimentazione di seguito illustrata, si pone come fine proprio quello di dimostrare con un esempio concreto che la storia della fisica può essere un potente strumento didattico per diagnosticare, ed eventualmente superare, alcune difficoltà concettuali incontrate dagli studenti.

## **LE IDEE SPONTANEE DEI BAMBINI SULLA CORRENTE ELETTRICA**

I dati sperimentali pubblicati in letteratura (es. Driver et al 1994), frutto di numerose ricerche condotte su studenti di scuola primaria e secondaria, posti solitamente di fronte a problemi di tipo pila – lampadina, concordano nell'individuare quattro principali modelli di circuito elettrico in corrente continua tra gli studenti: il modello unipolare, ovvero un circuito aperto nel quale un unico filo collega un polo della pila alla lampadina; il



modello a correnti che si scontrano, ove la corrente fluisce da entrambi i poli della batteria e la luce della lampadina è talvolta spiegata in termini di “scontro” delle due correnti; il modello del consumo di corrente, secondo il quale c'è meno corrente nel filo che ritorna alla batteria poiché la corrente è consumata dalla lampadina; e infine il modello “scientifico”, dove si ha corrente costante lungo tutto il circuito chiuso (per un inquadramento dei modelli spontanei dei bambini all'interno di una proposta di didattica laboratoriale si rimanda a Fera & Michelini 2011).

Al fine di studiare i modelli di circuito nei bambini della scuola primaria, anche attraverso l'uso di materiali derivati dalla storia della fisica, nell'anno scolastico 2011/2012 è stata condotta dal sottoscritto una sperimentazione su un campione formato da circa 40 bambini di due classi della 5° primaria di una scuola della periferia nord di Torino, che in precedenza non avevano affrontato nel loro curriculum scolastico argomenti legati alla corrente elettrica. La durata dell'intervento è stata di 12 ore per classe.

Nella prima fase della sperimentazione, dopo la presentazione ai bambini di una pila mezzatorcia e di una lampadina, si è fornita loro la seguente consegna: “Disegna la pila e la lampadina e illustra come la lampadina possa accendersi. Utilizza simboli che aiutino a capire il funzionamento di ciò che accade”. Si è posta particolare attenzione, nella formulazione della consegna e nei chiarimenti successivi, di ridurre al minimo la presenza di indizi, omettendo ad esempio l'uso di sostantivi quali “elettricità”, “corrente elettrica”, “circuito”, o verbi quali “collegare”, che potessero predeterminare l'esito della prova.

Dall'analisi dei disegni prodotti dai bambini è emerso che una netta maggioranza di bambini (circa 70% del campione) propone di collegare pila e lampadina secondo un modello unipolare.

In una fase successiva dell'attività si è proceduto nuovamente a diagnosticare la popolarità dei modelli circuitali attraverso la somministrazione, al medesimo campione di bambini, di un quesito strutturato ispirato a Cosgrove et al (1985). Ciascun bambino doveva scegliere quale dei quattro modelli grafici di circuito meglio rispecchiava le proprie idee in merito al passaggio della corrente elettrica. Ogni disegno raffigurava una pila e una lampadina connesse da due fili. La procedura ha dato risultati molto diversi rispetto alla fase del disegno libero, e in particolare una ridotta incidenza del modello unipolare, comparabili a quelli ottenuti da Cosgrove et al (1985).

Attraverso un'ulteriore fase di lavoro con schedine simboliche, riproducenti pile e lampadine, e cavetti in rame con pinze a coccodrillo, si è potuto comprendere come il materiale (reale o simbolico) fornito ai bambini possa essere responsabile dei risultati contraddittori ottenuti attraverso le due procedure diagnostiche di cui sopra. In particolare, come riferito da Lorenzo, “se la lampadina è collegata da tutti e due i lati, prende più energia”, ovvero la lampadina si accenderebbe ugualmente anche se collegata da un solo lato. La propensione dei bambini come Lorenzo per il modello unipolare non emergerebbe dunque da un test, come quello somministrato, nel quale a tale modello è associata l'idea di assenza di corrente in un filo collegato all'altro lato della pila.

#### **MATERIALI ISPIRATI ALLE IDEE DEGLI SCIENZIATI SULLA CORRENTE ELETTRICA (CIRCA 1800-1825)**

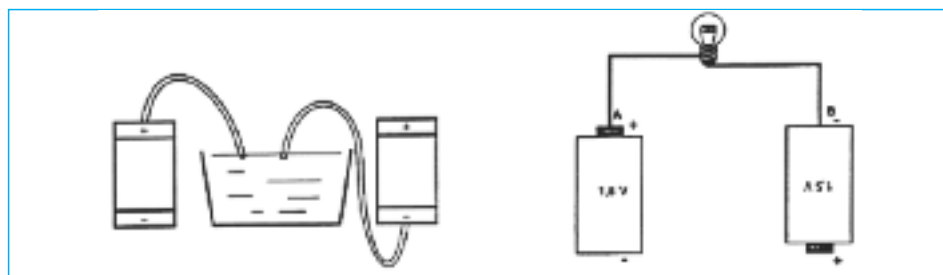
La sperimentazione in oggetto è proseguita con la realizzazione dei collegamenti circuitali

proposti dai bambini nelle fasi precedenti e con la conseguente scoperta sperimentale che la chiusura del circuito è condizione necessaria per l'accensione della lampadina. Successivamente, al fine di verificare l'effettivo superamento del modello unipolare, si è proposta ai bambini una situazione sperimentale ispirata all'effettivo sviluppo degli studi elettricità prodotta dalla pila a inizio Ottocento.

Come è noto, in seguito alla realizzazione della pila di Volta (1799), rapidamente i fisici aderirono all'idea di "circuito voltaico chiuso" dove, adottando più o meno implicitamente un modello idrodinamico qualitativo, circola una "corrente" elettrica (Kipnis 2009).

Una volta inventata, la pila venne immediatamente utilizzata anche per produrre effetti chimici. A partire dal 1800, infatti, W. Nicholson e A. Carlisle ottennero la decomposizione dell'acqua in idrogeno e ossigeno attraverso la corrente voltaica. E' tuttavia singolare constatare come, nell'ambito di queste ricerche, furono effettuati tentativi di ottenere produzione di gas per azione diretta di un singolo polo della batteria (Cuvier 1801). Ancora nel 1825, il fisico di Ginevra Auguste De La Rive, autorevole sostenitore della teoria chimica della pila di Volta (sull'importanza di De La Rive per la fisica italiana si rimanda a Leone, Paoletti and Robotti 2011), verificò, con esito ovviamente negativo, se era possibile ottenere l'elettrolisi dell'acqua con un singolo polo della pila o con i due poli opposti di due pile differenti (figura 1a) (De La Rive 1825).

Sulla base degli esperimenti di De La Rive, è stata proposta ai bambini una situazione circuitale nella quale i due poli opposti di due pile distinte, non connesse tra loro, sono collegati a una lampadina (figura 1b). Posti di fronte all'interrogativo "la lampadina si accende?", non sorprendentemente un'ampia maggioranza dei bambini ha risposto affermativamente (per risultati analoghi tra studenti della scuola secondaria si rimanda a Benseghir & Closset 1993). Più che la dimensione quantitativa delle risposte, risulta tuttavia di interesse il tenore delle spiegazioni fornite dai bambini, dalle quali emerge come il modello unipolare sia lungi dall'essere marginale o facilmente superabile. Una bambina, Roxy, ha ad esempio spiegato che la lampadina si accende "perché le due pile sono come una pila sola, perché se colleghi un filo al + della prima pila e l'altro al - della seconda pila è come se [avessi] collegato tutti i due fili a soltanto una pila". Secondo Valeria, invece, "la lampadina per accendersi deve avere energia positiva (+) e energia negativa (-)".



*Figura 1 – (a) Esperimento di De La Rive. (b) Schema proposto ai bambini (Benseghir & Closset 1993).*

Una seconda situazione sperimentale proposta ai bambini è stata invece volta a studiare le caratteristiche della corrente in un circuito pila-lampadina come quello che forzatamente emerge in seguito alla realizzazione concreta dei collegamenti circuitali.

Storicamente, il problema di stabilire intensità e senso di percorrenza della corrente venne risolto nel 1825 da Peter Barlow. Sulla base della scoperta dell'elettromagnetismo da parte di Ørsted e della conseguente idea di Ampère di misurare la corrente in un filo attraverso la deviazione di un ago magnetico (1820), Barlow scoprì che l'angolo di deviazione magnetica si riduceva sensibilmente all'aumentare della lunghezza di un filo. Le attese di Barlow, storicamente collocate all'interno della controversia sulla natura dell'elettricità tra la teoria del fluido singolo e la teoria dei due fluidi (Binnie 2001), coniugavano sostanzialmente i modelli delle correnti contrapposte e della corrente che si consuma. Secondo Barlow (1825), infatti, “se questa diminuzione deriva da una dissipazione di fluido elettrico nel suo percorso, allora, nell'ipotesi di un fluido singolo, l'azione dovrebbe essere più intensa nella parte di filo più vicina al polo positivo della batteria rispetto all'altra estremità. Mentre se si ammette la presenza di due fluidi che fuoriescono da entrambe le estremità della batteria, l'azione al centro del filo dovrebbe essere assai minore rispetto alle parti adiacenti ai due poli”.

Barlow determinò quindi l'intensità di corrente attraverso la misura della deflessione degli aghi magnetici in diversi punti del filo (B, C e D nella figura 2a), scoprendo così che la corrente è costante ovunque, indipendentemente dalla lunghezza del filo.

Nell'ambito della sperimentazione didattica è stato sottoposto ai bambini una situazione circuitale concettualmente analoga al circuito di Barlow, dove tuttavia, in luogo degli aghi magnetici vengono utilizzate lampadine collegate in serie aventi funzione di indicatore relativo dell'intensità di corrente (figura 2b). L'interrogativo posto ai bambini è stato: “Le quattro lampadine producono tutte la stessa luce?” Al di là delle ripartizione quantitativa delle risposte (il campione si è suddiviso sostanzialmente in parti eguali), risulta essere estremamente interessante l'analisi delle spiegazioni formulate dai bambini. Questa analisi fa emergere che alcuni bambini, rispetto alla situazione proposta, formulano spiegazioni in termini di correnti contrapposte e di un legame tra effetto luminoso e scontro delle correnti. A titolo di esempio, Lorenzo sostiene che “le lampadine che stanno al lato si accenderanno un po' di meno perché l'energia che è nelle [lampadine] che stanno ai lati la trasmettono a quelle centrali”. Altre spiegazioni richiamano invece un modello di corrente che si consuma. Ad esempio, secondo Youness “potrebbe essere che una lampadina assorba potenza dall'altra” e secondo Matteo “farà più luce la prima”. Altri bambini, infine, formulano una sorta di modello “ibrido”, che richiama singolarmente quello delle correnti contrapposte che si consumano congegnato da Barlow. Tale modello si ritrova ad esempio

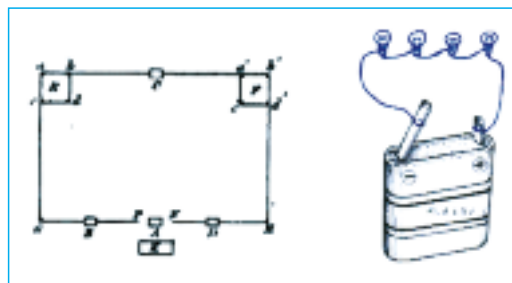


Figura 2 – (a) Circuito di Barlow. (b) Circuito proposto ai bambini.

in Aurora (“le prime lampadine riceveranno più luminosità mentre quelle centrali non tanto perché la luminosità se la trattengono tutta”), in Ignacio (“le prime lampadine si prendono più elettricità rispetto alle altre, e quindi le lampadine del centro ricevono meno elettricità”) e in Marco (“l'elettricità se la prendono quasi tutta le due all'esterno e a quelle all'interno ne arriverà di meno”).

## CONCLUSIONI

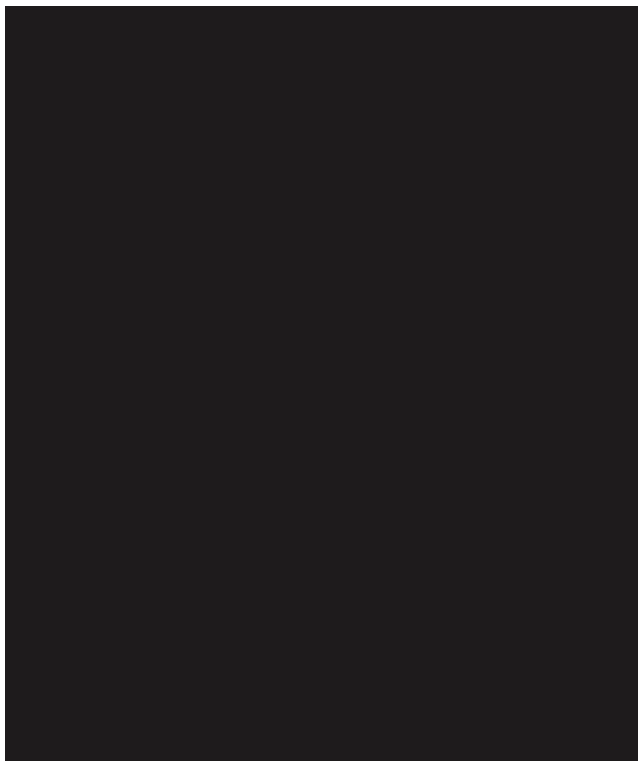
Dalla sperimentazione effettuata emerge che, a livello di classe 5° primaria, il modello unipolare di circuito elettrico è assai più radicato rispetto alle attese, e che i fattori metodologici rivestono un ruolo chiave nella diagnosi delle idee spontanee.

In merito al ruolo della storia della fisica, sono emerse significative analogie tra alcuni episodi dello sviluppo storico delle ricerche sull'elettricità e le idee spontanee dei bambini. Inoltre, la storia della fisica, attraverso la produzione di materiali didattici ad essa ispirati, ha dimostrato di avere un ruolo importante nel mettere in luce sia la tenacia del modello unipolare, sia l'esistenza tra i bambini di un inatteso modello di corrente elettrica.

---

## Bibliografia

- Barlow, P. (1825). *On the laws of electro-magnetic action, as depending on the length and dimensions of the conducting wire, and on the question, whether electrical phenomena are due to the transmission of a single or of a compound fluid?*, The Edinburgh Philosophical Journal, 12, 105-114.
- Benseghir, A. and Closset, J.-L. (1993). *Prégnance de l'explication électrostatique dans la construction du concept de circuit électrique: points de vue historique et didactique*, Didaskalia, 2, 31-47.
- Binnie, A. (2001). *Using the history of electricity and magnetism to enhance teaching*, Science & Education, 10, 379-389.
- Cosgrove, M., Osborne, R., and Carr, M. (1985). *Children's intuitive ideas on electric current and the modification of those ideas*. In: R. Duit, W. Jung and C. von Rhöneck (Eds.), *Aspects of understanding electricity: Proceedings of an international workshop*. IPN: Kiel, 247-256.
- Cuvier, G. (1801). *Rapport sur le galvanisme*, Journal de Physique, 52, 318-324; *Expériences galvaniques*, Magasin Encyclopédique, 6:1, 371-378; *Rapport sur des expériences galvaniques*, Mémoires des sociétés savantes et littéraires de la république française, 9, 132-137.
- De La Rive, A. (1825). *Mémoire sur quelques uns des phénomènes que présente l'électricité voltaïque dans son passage à travers les conducteurs liquides*, Annales de Chimie et de Physique, 28, 190-221.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science. Research into children's ideas*. Routledge: London and New York.
- Fera, G. and Michelini, M. (2011). *I bambini esplorano operativamente la conduzione elettrica nei metalli: una proposta didattica laboratoriale*. Proc. Convegno AIF (Piacenza 2011): [http://www.fisica.uniud.it/URDF/articoli/ftp/2011/CLOEcirc\\_2011\\_AIF.pdf](http://www.fisica.uniud.it/URDF/articoli/ftp/2011/CLOEcirc_2011_AIF.pdf)
- Kipnis, N. (2009). *A law of physics in the classroom*, Science & Education, 18, 349-382.
- Leone, M., Paoletti, A., and Robotti, N. (2011). *I Fisici e il Risorgimento*, Il Nuovo Saggiatore, 27:3-4, 30-42



di Antonella Maraner  
Lorena Finato  
Alessandro Pascolini

# *Strumenti cognitivi per la fisica*

## ABSTRACT

Nella nostra sperimentazione di educazione al pensiero scientifico, rivolta ai giovanissimi a partire dai 4 fino ai 14 anni, abbiamo sfruttato le idee della geometria euclidea come strumento cognitivo per la comprensione e l'apprendimento informale di argomenti e concetti di meccanica classica. Lo scopo è quello di fare sviluppare gli strumenti cognitivi naturali verso la conoscenza e l'uso della geometria-informale nell'osservazione di fenomeni meccanici e nel ragionamento scientifico su questi fenomeni, ovvero sviluppare concetti, simboli e il loro impiego nella prospettiva dell'apprendimento scientifico formale. Si discute anche sull'osservazione quantitativa di indicatori di questo sviluppo.

## EDUCAZIONE AL PENSIERO SCIENTIFICO RAZIONALE

In un precedente lavoro [1] si è discusso come il fornire strumenti per capire la realtà – sia quella naturale sia quella “artificiale” tecnologica- sia essenziale per affrontare razionalmente le problematiche poste dalla scienza e dalla tecnologia e per fare assorbire lo spirito della razionalità scientifica, ossia per un uso sociale e culturale della scienza.

La trasmissione di strumenti cognitivi atti a questo scopo deve essere effettuata lungo tutto lo sviluppo del pensiero, e dunque dell'individuo, in maniera da fare convergere verso il nostro obiettivo gli strumenti cognitivi naturali (SCN), cioè universali, di base, biologicamente predisposti. Questi ultimi [2] sono ciò che ci permette di conoscere la realtà, cioè di rappresentarla e dalle rappresentazioni trarre inferenze per il nostro adattamento a essa; essi raggiungono un certo grado di sviluppo assai presto nel bambino; ad esempio, rilevante nel contesto del presente lavoro è la conoscenza delle principali regolarità fisiche, le più generali – conoscenza di senso comune (CSC)- (referenze in [3]): a due anni il bambino possiede già una percezione “metrica” delle distanze, alcuni principi di dinamica degli oggetti solidi e ha il senso della causalità. Gli SCN sono così generali che interessano anche la cognizione degli animali superiori [4], ed è proprio la loro funzionalità adattiva che ne determina anche un limite: il singolo individuo li usa per compiti e soluzione di problemi specifici, non in modalità general purpose, e non ha la necessità di esserne consapevole. La conoscenza – concetti e abilità- prodotta con questi strumenti è “implicita, tacita”, e, pur basata su forme concettuali, non richiede una rappresentazione simbolica, in particolare verbale.

La CSC dopo un certo stadio di sviluppo individuale (non diversamente dalla scienza che ne è la forma più complessa) diventa impresa sociale per la soluzione di problemi non accessibili al singolo e pertanto necessita di rappresentazioni simboliche intersoggettive: fra queste la forma principale è il linguaggio, ma esse comprendono anche le rappresentazioni gestuali, quelle grafiche e, in questo senso di rappresentazioni simboliche, includono anche la matematica-come-linguaggio. La conoscenza diventa “esplicita”, dichiarabile verbalmente, comunicabile.

Quale differenza c'è fra CSC e scienza? La scienza riduce i concetti rilevanti in problemi generali e complessi a un formato “leggero” [5]. Con questo intendiamo riferirci al cuore dei processi di generalizzazione scientifica, costituito dal “filtraggio”, dalla “spoliazione” delle proprietà o attributi “non rilevanti”; questi processi portano alla formazione dei concetti, e avvengono all'interno di più ampie strutture di rappresentazione e spiegazione della realtà, in cui i concetti acquistano i loro significati. Le strutture CSC sono “dominio-specifiche” cioè fortemente contestualizzate, mentre quelle scientifiche sono decontestualizzate, scollegate da contesti e problemi specifici, per avere validità di applicazione molto più ampia: ci sono, infatti, più modalità di filtraggio, più livelli di astrazione e di generalizzazione, in quanto esistono molteplici stadi di rappresentazione e spiegazione della realtà.

La ricerca sull'educazione scientifica pone a confronto le strutture scientifiche con quelle della CSC, che sarebbero o “strutture centrali coerenti di conoscenza”, secondo una visione nota come “paradigma del cambio concettuale”, o formate da conoscenze parziali, incoerenti secondo la visione della “conoscenza frammentata” [6]. Nel presente lavoro, invece del loro aspetto di coerenza, vogliamo porre l'accento sul loro aspetto “causale”, cioè la loro funzionalità inferenziale: così valutiamo meglio sia l'origine “empirica” della CSC sia il suo dominio di applicazione. Un esempio della problematicità nell'identificazione dei domini: i fautori della “coerenza” identificano il dominio fisico con il dominio degli oggetti solidi, ma durante i nostri laboratori non pochi bambini hanno basato la spiegazione di un evento d'urto tra oggetti solidi sull'agentività dell'aria, che proprio non può essere “dominio specifica”. Più in generale, le nostre osservazioni pongono in risalto che rappresentazioni e spiegazioni sono centrate sugli scopi. Infatti la causalità di senso comune è teleologica [7]: in base alla CSC, gli eventi meccanici non hanno luogo se un agente intenzionale non dà l'avvio alla sequenza di accadimenti cinematici – ed è l'agente su cui il bambino punta l'attenzione, è questo ciò che egli rappresenta esplicitamente (come vedremo in sez. 3). Questo è coerente con i principi ingenui di dinamica degli oggetti.

#### **LA GEOMETRIA E LA MECCANICA: PRINCIPI METODOLOGICI PER LO SVILUPPO DEGLI SCN**

Vogliamo sottolineare che la “base”, “l'alfabeto” di termini con cui costruiamo la CSC esplicita hanno per elementi gli agenti intenzionali e gli oggetti [8]. Di conseguenza la suddivisione del flusso continuo di informazioni sensoriali in fenomeni separati è effettuata in maniera differente che in fisica: mancano i termini geometrici e cinematici per fare proposizioni descrittive che non necessitino dell'agente intenzionale come soggetto e dell'oggetto come complemento.

In fisica invece possiamo definire evento la parte puramente cinematica, esistendo i termini corrispondenti: si basa su un alfabeto geometrico-cinematico. L'alfabeto scientifico

è composto da concetti “leggeri”: i più leggeri sono quelli matematici, così leggeri che può andare persa qualsiasi corrispondenza con l’esperienza sensoriale. Ma né il fisico, sempre, né il matematico, in determinati casi, possono perdere questa corrispondenza, che <<dovrebbe determinare la costruzione dei concetti fondanti>>, affinché la struttura coerente, la teoria, <<simboleggi i dati delle esperienze reali>> [9]. Siamo dunque di fronte a un duplice processo: di formazione di concetti impliciti leggeri e di formazione di corrispondenti simboli espliciti.

La meccanica classica può essere considerata come lo sviluppo scientifico dell’idea di causalità [9]: questo sviluppo ha una storia complessa, in cui la visione geometrico-cinematica gioca un ruolo importante – in Galileo, Cartesio, Keplero e Newton. Per cinematica intendiamo proprio il cambiamento nel tempo delle relazioni spaziali tra oggetti. Si sa comunemente che la meccanica è difficile da apprendere, che anche studenti di college sbagliano quando devono utilizzarla per inferenze [10]. Questo a dispetto del fatto che la visione, anzi la percezione, cinematica è all’origine della rappresentazione di causalità nella conoscenza implicita, non simbolica. Come implicita, non simbolica, è anche una certa conoscenza “metrica” – noi afferriamo gli oggetti balistici. Ma nella nostra esperienza sul campo, durante i laboratori, abbiamo osservato che le caratteristiche spazio-temporali dell’evento causale non sono rappresentate verbalmente (sez. 3) e solo da pochi soggetti in forma grafica. Nella rappresentazione esplicita, simbolica, la conoscenza implicita sensoriale, metrica, cinematica, non traspare, in conformità col fatto che non ci sono “intermediari” o “termini medi logici” [9], ma solo agenti dotati di intenzionalità e di moto autonomo e oggetti “inerti”.

Notiamo che il linguaggio del senso comune è troppo povero di simboli per la ricchezza di informazione legata alle grandezze fisiche, per cui non permette di produrre proposizioni sulle grandezze, ma solo su categorie discrete “a grana grossa”. Notiamo la differenza tra il linguaggio e le azioni che hanno “grana fine” metrica e costituiscono <<matematica concreta>> [11]. Le azioni, se effettuate per arrivare allo scopo, non sono simboli: lo sono invece se sono mimiche – la prima forma simbolica [12]. Si veda a riguardo anche le relazioni tra imitazione e mapping fra percezione e azione [13]. Il disegno è gesto che lascia traccia permanente; quello geometrico può costituire un simbolo mimico (nel senso appena indicato) di azioni finalizzate a uno scopo e permette il <<calcolo concreto>> (nel senso indicato da Boyer), come anche evidente dalla storia della geometria euclidea [14]. Al tempo stesso il disegno è esplicitazione consapevole di concetti con la caratteristica notevole che si tratta sempre di una esplicitazione in forma “leggera”, idealizzata, cioè spogliata di molte caratteristiche percettive.

Quindi gesto e disegno, strumenti cognitivi naturali, permettono di creare concetti leggeri e simboli espliciti, trasformandosi in strumenti cognitivi “superiori”. È così che la geometria euclidea, strumento per la cinematica, si fa strumento per lo sviluppo di altri concetti – come ad esempio della forza- che a loro volta servono per ulteriori concetti: nella storia della fisica il concetto di forza è stato strumentale allo sviluppo del concetto di massa [9]. Metodologicamente, dobbiamo portare il bambino alla consapevolezza della conoscenza cinematica implicita. Deve inoltre prendere consapevolezza della possibilità di differenti descrizioni del reale [15], e del fatto che servono per usi differenti: le inferenze basate sulla CSC servono per scopi di “senso comune” mentre quelle basate sulla rappresenta-



zione scientifica servono per “scopi scientifici”, cioè predizioni di differente natura. Quest’ultima consapevolezza è meta-conoscenza. Attraverso l’espressione esplicita analogica, col disegno geometrico [16] si porta a prendere consapevolezza della struttura di relazioni che intercorrono tra le grandezze fisiche (o meglio tra i fatti empirici relativi a esse), preparando il terreno alla formalizzazione matematica, cioè all’operazione di simbolizzazione numerica, all’isomorfismo tra la struttura di relazioni empiriche e la struttura algebrica. In termini di “regole di corrispondenza”, è chiaro che questa rappresentazione analogica getta le basi permanenti tra i simboli formali astratti con cui si rappresentano gli enti teorici e la ricchezza dell’esperienza empirica.

#### MISURARE LO SVILUPPO DEGLI STRUMENTI COGNITIVI

Abbiamo avviato il monitoraggio dello sviluppo dell’“alfabeto geometrico-cinematico”, cioè delle “conoscenze spaziali-geometriche” che, originate dalla CSC implicita evolvono sotto l’effetto dell’educazione scolastica. A questo fine abbiamo sviluppato uno “strumento di misura”, costituito da un questionario a risposte aperte, che contiene domande sia su conoscenze dichiarative sia su conoscenze “implicite” che si manifestano sotto forma di azione. Vogliamo valutare quelle conoscenze che abbiamo necessità di “cooptare” nel dominio del ragionamento causale-meccanico ai fini dello sviluppo degli strumenti cognitivi: cerchiamo dunque di rilevare la conoscenza che il soggetto riesce a ricostruire dalla memoria in base a indizi minimi, e che è necessaria a risolvere compiti minimi che corrispondano agli “espedienti minimi” o “proposizioni minime” di natura astratta e generale, decontestualizzata. Le domande nel complesso riguardano punto, linea, lunghezza, distanza e spostamento. La rilevazione viene effettuata prima dei nostri laboratori.

Abbiamo effettuato una prima rilevazione esplorativa su 350 studenti tra 4 e 14 anni. L’elaborazione dei dati permette di descrivere l’evoluzione delle conoscenze, ma rimandiamo la discussione dettagliata ad altra sede. Tra queste conoscenze, in estrema sintesi:

a) conoscenze universalmente valide – cioè sia nel senso comune che nel senso scientifico- che ogni bambino già possiede (ad esempio, nel piano il segmento retto è la “geodetica” tra due punti);

b) CSC rozza o “approssimata” o categorica che si raffina sotto l’impulso dell’educazione, o adeguandosi alla forma paradigmatica o generando interpretazioni d’uso del concetto target (ad esempio per il punto geometrico si trova un ampio spettro di rappresentazioni, alcune delle quali, di senso comune, sono molto frequenti a età più basse, e altre, più vicine alla concezione euclidea, più frequenti alle età più alte, fino poi a diventare dominanti);

c) conoscenza, come, ad esempio, apprese a memoria, non utilizzate perché non elaborate in coerenza con le altre conoscenze come ad esempio che vi sono infiniti punti nello spazio;

d) conoscenze “geometrico-cinematiche” che solo una piccola percentuale di bambini mostra di possedere e di saper utilizzare nei ragionamenti spaziali.

Ne deriva una divisione dei soggetti in due differenti classi di CSC, fenomeno per cui al momento non abbiamo spiegazione. Troviamo che la “classe di minor abilità” (che per esempio risponde in modo errato a domande sulla lunghezza di una curva o sullo spostamento di un corpo) può includere un’alta percentuale di soggetti – anche l’80% di una classe terza di una scuola secondaria di 1° grado (gli errori: i) lunghezza di una linea curva aperta come distanza tra i suoi punti estremi, e ii) confondono lo spostamento con

la distanza minima non occupata tra lo spazio occupato prima dello spostamento e lo spazio occupato dopo lo spostamento di un corpo).

A dispetto della conoscenza testimoniata dai questionari, durante lo svolgimento dei laboratori, per le descrizioni spontanee di semplici fenomeni fisici, (come oggetti in equilibrio o la caduta di un grave, anche con spinta orizzontale), abbiamo che:

I) la totalità delle descrizioni verbali non utilizza l'alfabeto spaziale-geometrico, ma si basa su perifrasi narrative-percettive "orientate all'oggetto" – e non alle sue proprietà;

II) conseguentemente, la partizione degli eventi viene effettuata in maniera da comprendere l'azione dell'agente intenzionale;

III) per contro, tra le risposte di tipo grafico-analogiche si evidenzia la presenza di una percentuale di soggetti "più abili" (nel senso del punto d) del questionario), che esplicitano le rappresentazioni sensoriali anziché quelle cognitive e disegnano le caratteristiche spaziali-geometriche dell'evento secondo una partizione congrua con quella cinematica – in cui cioè non vi è traccia dell'agente intenzionale.

#### CONCLUSIONI: CENNI SUI LABORATORI

I laboratori sono dei brainstorming su esperimenti minimi riguardanti fenomeni meccanici eseguiti dai bambini; negli esperimenti si compiono anche azioni facili da "mimare" con il disegno geometrico, in maniera tale da favorire la formazione dei concetti impliciti leggeri, in quanto il disegno geometrico permette l'astrazione delle proprietà spaziali-geometriche e ne costituisce la simbolizzazione esplicita in forma grafica, come spiegato in sez. 2. Si noti che anche il tempo deve essere messo in corrispondenza a grandezze spaziali-geometriche. Il brainstorming deve essere (impercettibilmente) pilotato in maniera da indurre di preferenza l'utilizzo di "espedienti minimi" – cioè calcoli "concreti" e di "proposizioni minime" (nel ragionamento) basate sui concetti leggeri e i loro simboli, come indicato in sez. 2.

I bambini che, secondo il punto d) di sez. 3, hanno maggiori abilità riescono in un laboratorio di 2 ore ad arrivare a una buona comprensione "informale" di concetti come, ad esempio, di forza e di coppia di forze, in maniera tale da poter "riconoscerne" esempi in fenomeni fisici evocati dalla loro memoria o a trarne inferenze corrette. Molti bambini "medi" (nel senso del punto d)) riescono per imitazione a comprendere come rappresentare i fenomeni sulla "base" geometrica; altri riescono piano piano a raggiungere questi obiettivi, in tempi successivi ai laboratori, portando "a casa", nel quotidiano, lo spirito razionale.

#### RINGRAZIAMENTI

Ad Antonello Ortolan e ai dirigenti di Istituto e agli insegnanti che hanno collaborato.

### *Bibliografia*

- [1] Pascolini A. (2007) *Società democratica ed educazione alla scienza* in Longo F., Novacco E. (ed) *Comunicare Fisica 07*, Frascati Physics Series
- [2] Vygotskij L., *Lo sviluppo delle funzioni psichiche superiori*, Giunti
- [3] Karmiloff-Smith A., *Beyond Modularity. A developmental perspective on cognitive science*, MIT Press
- [4] Vallortigara G. *Intelligenza animale* in Zorzi G., Girotto V. (ed), *Fondamenti di psicologia generale*, Il Mulino
- [5] Parisi G., *La chiave, la luce e l'ubriaco. Come si muove la ricerca scientifica*, di Renzo editore
- [6] diSessa A. (2008) *A Bird's-Eye View of the "Pieces" vs. "coherence" Controversy* (From the "Pieces" Side of the Fence), in Vosniadou S. (ed), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, Routledge Taylor and Francis
- [7] Rosenblueth A., Wiener N., Bigelow J. (1943) *Behaviour, Purpose and Teleology, Philosophy of Science*, vol. 10,18
- [8] Santos L. R. and Hood B. M. (2009) *Object representation as a central issue in cognitive science*, in Hood B. M. and Santos L. R. (ed.) *The Origins of Object Knowledge: The Yale Symposium on the Origins of Object & Number Representation*, Oxford University Press
- [9] Jammer M., *Concepts of Force. A study in the foundations of dynamics*, Harvard University Press
- [10] Caramazza A., McCloskey M., and Green B. (1981) *Naive beliefs in "sophisticated" subjects: Misconceptions about trajectories of objects*. *Cognition*, vol. 9, p. 117-123
- [11] Boyer C., *Storia della matematica*, Mondadori
- [12] Donald M. (1991) *Origins of the modern mind*, Harvard University Press
- [13] Rizzolatti G., Singaglia C., *So quel che fai*, Cortina Raffaello editore
- [14] Russo L., *La rivoluzione dimenticata*, Feltrinelli
- [15] Bateson G., *Mente e natura*, Adelphi
- [16] Maraner A., Pascolini A. (2009) *Alla scienza attraverso l'arte in Pitrelli N., Ramani D., Sturloni G.* (ed) *Atti del VII Convegno Nazionale sulla Comunicazione della Scienza*, Polimetrica

# *Comunicare Scienza per Condividere Scienza*

## ABSTRACT

I percorsi di Scienza e Scuola oggi s'incrociano nel metodo. Infatti, la Scuola procede sempre più aiutando gli studenti ad apprendere creandosi un percorso di ricerca personale, attraverso l'implementazione di esperimenti scientifici per spingerli all'osservazione, alla deduzione, alla curiosità verso ciò che li circonda. I molteplici contatti tra Scuole e Ambienti di Ricerca amplificano le possibilità di confronto e d'intersezione con realtà diverse sia scientificamente, che umanamente. Dal lungo e consolidato rapporto di collaborazione fra la fisica del neutrino napoletana e quella giapponese, è nata l'idea di un gemellaggio tra Scuole Medie Superiori e poi il progetto "Scienza e Scuola".

Autrice: Maria Rosaria Masullo

## TRE PUNTI DI PARTENZA

All'inizio degli anni Novanta due fenomeni di vasta portata hanno cominciato a rivoluzionare l'economia e la vita quotidiana del mondo intero: da un lato, l'emergere della globalizzazione, con la sempre maggiore interdipendenza delle economie del mondo e, dall'altro, la rivoluzione tecnologica, con l'arrivo di Internet e delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Il Consiglio Europeo nell'adottare nel 2010 la "strategia di Lisbona" riconosce che il fulcro della nuova economia mondiale è la conoscenza.

Tre sono i punti di partenza di una società basata sulla conoscenza: l'educazione, la ricerca scientifica e la comunicazione.

In tale contesto sono richieste persone sempre più qualificate, non solo dal punto di vista meramente lavorativo, ma su tutta la scala del sistema formativo: dalle scuole primarie all'università. Aumentano gli studenti, cresce l'educazione di massa, ma anche il numero di dottorandi specialmente nei paesi in via di sviluppo (la Corea è il paese più scolarizzato del mondo).

La ricerca scientifica produce, più di ogni altra attività umana, nuova conoscenza e al contempo alimenta la produzione di nuove tecnologie, ovvero di beni e servizi con alto tasso di conoscenza aggiunto. La ricerca scientifica ben rappresenta dunque il cuore pulsante della società della conoscenza (Forte crescita degli investimenti in ricerca nei paesi in via di sviluppo, Cina, Corea, India. La Cina è il secondo Paese al mondo per quantità di soldi investiti in ricerca subito dietro gli Usa, con una cifra pari a quella di Germania,

Francia e Italia messe assieme. Dati 2012.)

Infine la comunicazione, che è lo snodo centrale di una società della conoscenza come quella attuale che riconosce il valore della conoscenza pubblica, e quindi della comunicazione della scienza ad un pubblico di non esperti.

Come dice Pietro Greco (La Città della Scienza nell'era della conoscenza) “senza comunicazione della scienza non c'è società della conoscenza. E, ancora più precisamente: senza comunicazione pubblica della scienza non c'è società democratica della conoscenza.”

È il 1610 quando Galileo Galilei decide di diffondere quanto più possibile il testo *Sidereus Nuncius* con la precisa convinzione che la scienza dovesse essere condivisa e comunicata e che fosse compito dei ricercatori attivarsi affinché i risultati dei loro studi divenissero patrimonio comune della società.

#### LE PAROLE CHIAVE

La comunicazione, la condivisione con un pubblico di non specialisti del pensiero scientifico, avendo come scopo il miglioramento della comprensione senza perdere la sostanza dei contenuti, non può prescindere da un processo di conversione delle modalità, dei termini, delle parole adatte agli specialisti verso modalità, termini, parole adatte ai non esperti (Gouthier-Ioli, *Le Parole di Einstein*). Per dirla con Jay Gould (*Bravo Brontosauero*) “Dobbiamo recuperare la divulgazione scientifica come una tradizione intellettuale onorevole. Senza mai rinunciare alla ricchezza intellettuale, non si devono fare concessioni all'ambiguità o all'ignoranza. Occorre evitare di utilizzare il gergo scientifico sforzandosi di esprimere le idee nel modo più completo.”

In questo processo che va dalla comunicazione alla condivisione, dalla ricerca scientifica all'educazione, gli attori principali sono molteplici: gli insegnanti delle scuole di vario grado, gli studenti delle scuole e quelli universitari, i ricercatori. Essi agiscono nei propri ambienti lavorativi e nei luoghi deputati alla comunicazione utilizzando, affiancando ai metodi tradizionali, tutto ciò che la tecnologia attuale mette a disposizione (siti internet, forum, ecc).

In un ambito dove le conoscenze sono in costante ridefinizione diventano centrali la modalità di approccio all'apprendimento, un approccio che deve essere inteso sempre più come percorso di ricerca. Occorre andare oltre un processo di informazione concettuale, potenziando le dinamiche di apprendimento.

#### LA CONDIVISIONE ED IL CONTESTO EDUCATIVO

Condividere la conoscenza, la scienza attraverso un percorso di insegnamento che veda maggiormente protagonisti gli studenti/le studentesse è la base per far “risuonare” dentro di loro la ricerca scientifica, ponendoli di fronte a diversi percorsi possibili con responsabilità e consapevolezza. Tale ragionamento può essere esteso ad altre discipline cognitive riadattandolo dalla ricerca scientifica a quella umanistica. Dal laboratorio al teatro greco. In tale percorso cognitivo risalta la differenza donna/uomo, le scelte delle une piuttosto che degli altri, le motivazioni, le modalità. Una conoscenza condivisa dovrebbe dar modo a tutti di cogliere le occasioni favorevoli, di sviluppare le proprie capacità di apprendimento attraverso uno sviluppo del potenziale individuale e collettivo. Migliorare e qualificare i processi di apprendimento delle singole persone porta ad ampliare le capacità dei soggetti.

Parole chiavi di questi processi di apprendimento sono valorizzazione delle differenze, eccellenze, equità.

Un contesto educativo che premia e sceglie l'eccellenza, quelli che sono "dotati" di un talento innato, elimina automaticamente tutti coloro che "dotati non sono". Essi non parteciperanno alla sfida, al confronto. Esiste una scelta a priori dovuta spesso a "differenze" che non nascono da attitudini individuali, ma da dove sei nato, dal livello di istruzione dei tuoi genitori, dal tipo di scuola che frequenti (vedi le gare disciplinari che si stanno diffondendo in Italia: le Olimpiadi.)

Al contrario invece in un contesto che enfatizza l'iter, la ricerca, l'impegno e anche l'errore, dal quale apprendere, la preparazione alla sfida potrà rappresentare un percorso di stimolo e di interesse nei confronti della scienza in quanto permetterà di insegnare i valori più alti alla base dell'impresa scientifica: curiosità, amore per la sfida, capacità di imparare dai nostri errori.

Un percorso di apprendimento attivo, che duri tutto l'anno scolastico, tenderà a valorizzare le differenze e quindi a diminuire anche il gender-gap esistente in tali gare e nelle scelte universitarie. Un esempio positivo è stata la gara disciplinare "Il futuro nel mondo delle nano tecnologie", istituita dal Liceo Scientifico E. De Giorgi di Lecce nel corso dell'anno scolastico 2009/20109.

#### **PERCORSI CHE SI INTERSECANO: SCIENZA E SCUOLA**

Se oggi nella scienza ricadono la maggior parte delle aspettative di miglioramento della qualità della vita, è pur vero che mancano alla maggior parte dei cittadini gli strumenti di comprensione, di interpretazione degli accadimenti scientifici e delle scelte di ricerca portate avanti dagli scienziati.

Nella scuola moderna si cerca sempre più di aiutare gli studenti ad apprendere creando sì un percorso di ricerca autonomo da cui emergano concretamente, trovati e non inculcati, i fondamenti della scienza. L'apprendimento del metodo scientifico attraverso l'implementazione di esperimenti di chimica, fisica, biologia o qualsiasi altra disciplina scientifica si pone come punto di partenza per spingere gli studenti all'osservazione, alla deduzione, alla curiosità verso ciò che li circonda.

Chiedersi il perché delle scelte delle ricerche, di qualsiasi ambito conoscitivo, capire come si conducono gli esperimenti, progettare le fasi degli stessi, provare a fare misure e confrontarsi con i risultati positivi o negativi, capire la differenza fra evidenza sperimentale e deduzione teorica abitua gli studenti (i futuri cittadini della nostra società) a sviluppare uno spirito critico, etico, li abitua all'osservazione dell'ambiente e dei fenomeni, all'esposizione delle proprie idee, al confronto con realtà diverse.

Al contempo, il moltiplicarsi dei contatti tra scuole e ambienti di ricerca può aprire agli studenti il contesto internazionale, amplificando le loro possibilità di confronto e d'intersezione con realtà diverse sia scientificamente, che umanamente.

L'iniziativa qui presentata mostra come questi contatti possono portare ad una reale intersezione e connessione.

Dal lungo e consolidato rapporto di collaborazione fra la fisica del neutrino napoletana e quella giapponese, è scaturita l'idea di creare un gemellaggio tra Scuole Medie Superiori, e in particolare tra la Shizuoka Kita High School e tre Scuole dell'area napoletana.

Questo legame con il Giappone è stato il punto di partenza del progetto “Scienza e Scuola” nato grazie anche da una sinergia pregressa fra studenti-ricercatori-docenti dell’area napoletana del dipartimento di Fisica e della sezione di Napoli dell’INFN.

L’idea di costruire un sito web, ove comunicare scienza, scambiare idee, confrontarsi, chiedere, imparare, corrisponde all’esigenza di creare un luogo di incontro reale e virtuale tra studenti, docenti di scuola media superiore e ricercatori per aprire nuove strade, nuove modalità di conoscenza per gli studenti attraverso l’apprendimento di materie scientifiche.

I promotori del progetto sono il Dipartimento di Fisica Università Federico II di Napoli – l’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Sez. di Napoli) – la Fondazione IDIS-Città della Scienza – il Liceo Albertini (Nola), – il Liceo Calamandrei (Napoli) – il Liceo Torricelli (Somma Vesuviana).

I veri protagonisti restano gli studenti, siano essi delle scuole superiori o universitari, grazie al gruppo di Young Minds (EPS) molto attivo nel dipartimento di Fisica dell’Università “Federico II”.

Il Progetto prevede tre aree principali: 1) Forum; 2) Fisico risponde; 3) Ponti verso il mondo.

Il Forum è uno spazio di intervento diretto per la pubblicazione di articoli, a cura di ricercatori/trici.

La Sezione ‘Il Fisico risponde’ vanta il contributo di circa cinquanta ricercatori/trici, pronti a rispondere a domande e curiosità poste dagli studenti, mediante un comodo ed efficace sistema di inoltrare via mail.

Ponti verso il mondo consiste nel gemellaggio instaurato con scuole superiori di altri Paesi, in particolare con la giapponese Shizuoka Kita High School, organizzatrice di SKY-SEF, il Forum Internazionale al quale ha partecipato nel 2012 e parteciperà quest’anno un gruppo di allievi dell’area napoletana.

Le tre aree si sviluppano con scopi differenti che a volte si incrociano:

1. Avvicinarsi alla ricerca ponendo problemi ai ricercatori, visitare laboratori, vedere gli scienziati nel loro lavoro quotidiano;
2. Creare un processo di apprendimento e scambio bottom-up e up-bottom. Gli studenti delle scuole superiori chiedono e sperimentano con i colleghi universitari e allo stesso modo spiegano e sperimentano con gli studenti delle scuole di grado inferiore: sviluppano così l’abitudine all’esposizione, al confronto;
3. Implementare semplici esperimenti da realizzare presso i laboratori scolastici che riprendono argomenti scientifici di base; realizzazione di nuovi esperimenti presso i laboratori di ricerca delle università o con l’ausilio di ricercatori presso i propri istituti o sul territorio. Processo utile sia agli studenti, che ai docenti creando nuove motivazioni;
4. Creare una connessione fra Scienza e Territorio tramite gli studenti sia dal punto di vista turistico (conosci la tua storia, le tue tradizioni), che da quello del risveglio di una coscienza ecologica (proteggi il tuo territorio). Conoscere, Capire e Curare il territorio.
5. Connettersi con gli studenti di altri paesi del mondo (Giappone, Iran, etc). La connessione è un’utile piattaforma sia per gli studenti, che per i docenti;

6. Rivedere il concetto di “Università” come comprensione di tutte le cose, rafforzando la connessione e i confronti con le discipline umanistiche per ampliare e migliorare il proprio linguaggio, per imparare a comunicare (vedi anche miglioramento della lingua inglese); puntare sul rapporto fra arte e scienza; studiare la relazione fra la storia dei paesi e quella dello sviluppo delle scienze.

Scienza e Scuola ha iniziato a operare: <http://scienzaescuola.fisica.unina.it>

#### **RINGRAZIAMENTI**

Ringrazio il Prof. Paolo Strolin, per la tenacia con cui ha creduto e costruito questo progetto, anche per le notti trascorse a scrivere mentre io ero in Giappone e lui in Italia, ringrazio i docenti delle scuole napoletane (Liceo Albertini, Liceo Calamandrei, Liceo Torricelli) per la passione con la quale svolgono ogni giorno il loro lavoro, ringrazio infine i magnifici ragazzi con i quali abbiamo affrontato l'esperienza giapponese senza i quali tutto questo non avrebbe senso. Li ringrazio per l'impegno, per l'entusiasmo, per le risate.





di Paolo Montagna  
Paolo Vitulo

*Dipartimento di Fisica  
Università di Pavia  
INFN Sezione di Pavia*

# *La radioattività è tutta intorno a noi: conviene conoscerla...*

## UN APPROCCIO DIDATTICO SPERIMENTALE

### ABSTRACT

Si presentano misure di radioattività (fondo ambientale, assorbimento di radiazione  $\gamma$  in piombo, spessore di dimezzamento) attraverso gli spettri energetici del decadimento  $\gamma$  di radioisotopi, realizzate con un sistema di rivelazione (scintillatori NaI) e acquisizione compatto e “portatile” e con materiali radioattivi di uso comune o naturali, in parte reperiti dagli autori. L’esperienza è stata presentata in alcune scuole superiori di Pavia e provincia, e in un formato più completo, che permette anche di valutare con apprezzabile precisione la vita media del  $^{238}\text{U}$  dal decadimento  $\gamma$  di una roccia uranifera naturale - viene proposta anche nell’ambito di uno stage estivo per le scuole superiori organizzato dal Dip.di Fisica – Univ.Pavia.

### MOTIVAZIONI, CONTESTO E PROSPETTIVE

Le esperienze didattico-divulgative qui presentate nascono dalla convinzione che nelle Scuole Superiori i programmi di Fisica moderna, nella parte di Fisica nucleare, siano spesso troppo compressi o non completi. Anche a Pavia, città dove si sono realizzate queste esperienze, l’offerta didattica proposta dal Dip.di Fisica per docenti e studenti delle Scuole Superiori, peraltro ottima nel coprire numerose tematiche in particolare in Fisica classica, andrebbe affiancata da una parte di Fisica nucleare sperimentale. E le pur numerose attività seminariali, da tempo svolte da docenti e ricercatori universitari su invito degli insegnanti, trarrebbero giovamento da dimostrazioni sperimentali nel suscitare attenzione e interesse tra gli studenti.

È chiaro che non è semplice far “toccare con mano” esperienze di Fisica nucleare agli studenti: esse infatti richiedono strumentazione complessa, spesso disponibile solo in grandi laboratori o centri di ricerca. La città di Pavia è sede di due grandi centri che ospitano spesso visite didattiche: il Laboratorio di Energia Nucleare Applicata (LENA) dell’Università, nel quale è ospitato il reattore nucleare Triga Mark II, e il nuovo Centro di Adroterapia Oncologica (CNAO), costituito da un sincrotrone per protoni e ioni  $^{12}\text{C}$  li accelerati per la cura di particolari tumori.

Ma la possibilità di svolgere in prima persona esperienze legate alla Fisica nucleare è limitata ai pochi studenti (circa 20 all’anno, di 4<sup>a</sup> superiore) che nel mese di giugno partecipano a uno stage estivo di due settimane (Tirocinio Orientativo Formativo)

organizzato dal Dip.di Fisica dell'Università di Pavia: in quel contesto, essi, oltre a seguire seminari di Fisica Moderna e visitare LENA e CNAO, svolgono a piccoli gruppi, guidati da ricercatori e giovani dottorandi e assegnisti, numerose esperienze e dimostrazioni sperimentali nei laboratori del Dip.di Fisica e della Sezione INFN di Pavia.

Le due dimostrazioni sperimentali che qui si presentano (assorbimento di raggi gamma in piombo; stima di vita media del  $^{238}\text{U}$ ) sono state realizzate originariamente nell'ambito dello stage estivo, e poi adattate in un formato più compatto e quindi relativamente "portatile", in modo da poter essere offerte alle scuole come contributo a taglio sperimentale in Fisica Nucleare.

Le idee e le realizzazioni qui presentate fanno parte di un più ampio "pacchetto" di iniziative di divulgazione della Fisica Nucleare, che, oltre a quanto già descritto, comprende anche incontri di formazione e aggiornamento per docenti di Matematica e Fisica delle Scuole Superiori, cicli di seminari divulgativi con dimostrazioni sperimentali rivolti alla cittadinanza (con il coinvolgimento di Enti locali), e un'eventuale istituzione di un premio per la Fisica per l'incentivazione dell'eccellenza nelle scuole. Tali proposte sono tutte in fase di avvio e state presentate in un progetto annuale MIUR (bando L.6/2000, "Diffusione della Cultura Scientifica") di cui si è in attesa dell'esito.

#### LA RADIOATTIVITÀ ESISTE DAVVERO INTORNO A NOI

Dal punto di vista didattico, si è voluta presentare agli studenti la radioattività come un fenomeno assolutamente naturale, che si può incontrare "in casa, al supermercato, per strada". Si è cioè dimostrato sperimentalmente, con l'utilizzo di contatori Geiger-Muller, che esistono sostanze radioattive nella vita di tutti i giorni: ad es. un tipo commerciale di sale indicato per diete iposodiche, ricco di potassio naturale (radioattivo allo 0.01% nell'isotopo  $^{40}\text{K}$ ), o particolari modelli di orologi-svegliie di alcuni decenni fa, la cui fosforescenza veniva ottenuta mediante verniciatura delle lancette con radio, o ancora rocce uranifere trovate "per strada".

Il reperimento di queste rocce naturali estremamente radioattive è stato un aspetto originale e peculiare di questo lavoro. Gli autori infatti si sono recati personalmente in una zona (Novazza, Val Seriana, BG) dove negli anni 50 si era scoperto un giacimento di uranio (presto abbandonato dopo un iniziale tentativo di sfruttamento), e lungo un sentiero pedonale hanno prelevato alcune rocce che già dai conteggi Geiger in loco sono subito apparse ad attività radioattiva superiore al fondo naturale almeno di un fattore 100.

#### SETUP SPERIMENTALE



Le misure sono state realizzate con attrezzature sperimentali già disponibili per scopi di ricerca presso la Sezione di Pavia dell'INFN. In figura si presenta l'apparato sperimentale, costituito da due rivelatori a cristalli inorganici di NaI(Tl), un analizzatore multicanale MCA, un oscilloscopio e un software di acquisizione per gli spettri di energia dei  $\gamma$ . La calibrazione in energia

viene ottenuta mediante radionuclidi  $\gamma$ -emittenti noti ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ).

La presenza di picchi energetici negli spettri  $\gamma$  delle sostanze radioattive esaminate (sale iposodico, sveglia, rocce di Novazza) permette di identificare chiaramente i decadimenti in atto, dovuti rispettivamente a  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$  (riconosciuto tramite spettri caratteristici di alcuni suoi figli, come il  $^{214}\text{Bi}$ ; lo spettro  $\gamma$  delle rocce di Novazza risulta confrontabile con analoghi spettri di rocce contenenti fosfati, con  $\approx 50\text{-}200$  ppm di uranio).

L'apparato sperimentale permette innanzitutto di valutare il fondo radioattivo naturale. Chiudendo il rivelatore in una camera costruita con lastre di piombo di 5 cm di spessore si verifica infatti il totale abbattimento del fondo di  $\gamma$  di energie  $\leq 100$  keV presenti nell'ambiente e dovuti a raggi cosmici o a radioattività ambientale dalle pareti degli edifici.

#### MISURA DEL COEFFICIENTE DI ATTENUAZIONE LINEARE IN PIOMBO

Per la misura del coefficiente di attenuazione lineare in piombo, si interpongono (v.figura)  $n = 0, 1, \dots, 5$  spessori di Pb da 0.5 cm tra il rivelatore e una sorgente radioattiva. I fotoni rivelati derivano dal seguente decadimento:

$^{137}\text{Cs} \rightarrow ^{137}\text{Ba}^* + \beta + \text{antineutrino}$ , e successivo  $^{137}\text{Ba}^* \rightarrow ^{137}\text{Ba} + \gamma$ , che produce  $\gamma$  da 662 keV nell'85% dei casi. L'uso del MCA e del relativo software permette di discriminare l'energia dei fotoni che hanno interagito nel rivelatore e quindi di contare direttamente, dopo acquisizioni temporali sufficientemente lunghe (es.  $t = 600$  s), i fotoni sotto il picco corrispondente all'energia di interesse (662 keV) evitando il fondo dovuto a diffusione Compton nei materiali circostanti.

È così possibile mettere in grafico i valori del conteggio di tali fotoni  $N(x)$  nelle configurazioni con diversi spessori di piombo. Naturalmente ogni punto è affetto da errore statistico, che aumenta percentualmente al diminuire del numero di fotoni rivelati, cioè all'aumentare dello spessore. Si può così verificare sperimentalmente la



validità della legge esponenziale di assorbimento dei fotoni nella materia

$$N(x)/N_0 = e^{-\mu x} = e^{-(\mu/\rho)\rho x}$$

dove  $x = 0, 5, 1, 1.5 \dots$  cm è lo spessore di piombo interposto (densità  $\rho = 11.34$  g/cm<sup>3</sup>), e ovviamente  $N_0$  è il numero di fotoni senza alcun interposto spessore. Dai valori ottenuti, tramite una semplice procedura di fit, ad esempio con Excel, si può ricavare il coefficiente di attenuazione lineare  $\mu$  dei fotoni da 662 keV in piombo, e da esso il coefficiente di attenuazione di massa  $\mu/\rho$ , che viene poi confrontato con i dati tabulati in letteratura.

Un'esperienza effettuata con gli studenti ha dato ad esempio:

$$\begin{aligned}\mu (\text{Pb}; E_\gamma=662 \text{ keV}) &= (1.222 \pm 0.017) \text{ cm}^{-1} \\ \mu/\rho (\text{Pb}; E_\gamma=662 \text{ keV}) &= (0.108 \pm 0.002) \text{ cm}^2/\text{g}.\end{aligned}$$

L'esperienza è stata ripetuta con diversi gruppi di studenti, e il coefficiente di assorbimento di massa è sempre risultato in buon accordo con i dati del NIST (National Institute of Standards and Technology).

Pertanto si può affermare che la misura del coefficiente di attenuazione dei fotoni in piombo è un'esperienza di semplice realizzazione sperimentale unita a una buona efficacia

didattica, in quanto permette agli studenti, oltre che una visualizzazione fisica dell'assorbimento delle radiazioni (e quindi di conseguenza delle problematiche legate alla relativa radioprotezione come le schermature), anche considerazioni critiche sulla funzione esponenziale, sulla teoria degli errori, su concetti base di interpolazione e fit funzionale, sul confronto teoria-modello-misura.

#### STIMA DELLA VITA MEDIA DELL'URANIO NATURALE

La seconda esperienza realizzata riguarda la stima della vita media del  $^{238}\text{U}$  da misure effettuate sulle rocce di Novazza. Come già detto, si è verificato che esse contengono uranio in quantità notevole. L'uranio naturale è costituito al 99,3% da  $^{238}\text{U}$ , che ha tempo di dimezzamento  $T_{1/2} = 4.47 \cdot 10^9$  anni. L'idea è quindi quella di contare, con un metodo empirico-didattico, i raggi  $\gamma$  emessi da uno dei decadimenti a catena della famiglia radioattiva naturale del  $^{238}\text{U}$  ( $^{214}\text{Bi}$ , con  $\gamma$  da 609 keV, ben rivelati dal sistema di acquisizione). Utilizzando due diversi campioni di roccia uranifera (rispettivamente di massa 6.8 e 9.1 g), con il primo si stima la quantità di uranio (in massima parte  $^{238}\text{U}$ ) presente nella roccia, con il secondo si effettua il conteggio  $\gamma$ , stimando così la costante di decadimento e quindi la vita media.

Questo procedimento è valido sotto due ipotesi fondamentali:

- Che il  $^{214}\text{Bi}$  sia in equilibrio secolare con il  $^{238}\text{U}$ , cioè le due attività radioattive siano identiche:  $A(^{238}\text{U}) = \lambda(^{238}\text{U}) N(^{238}\text{U}) = \lambda(^{214}\text{Bi}) N(^{214}\text{Bi}) = A(^{214}\text{Bi})$ ;
- Che il contenuto di  $^{238}\text{U}$  sia identico nei due diversi campioni di roccia.

Nella valutazione bisogna poi tener conto dell'efficienza del rivelatore (stimata  $\epsilon \approx 0.30$  per  $E_\gamma = 609$  keV), dell'accettanza geometrica (stimata  $\eta \approx 0.45$  se campione e rivelatore sono a contatto), della frazione di decadimento del  $^{214}\text{Bi}$  che produce  $\gamma$  da 609 keV (branching ratio  $\text{BR} = 0.47$ ). Pertanto la relazione tra l'attività osservata e quella vera è  $A_{\text{obs}} = A_{\text{true}} \cdot (\epsilon \eta \cdot \text{BR}) = A_{\text{true}} \cdot 0.063$ .

Schematicamente quindi si effettuano le seguenti operazioni:

- Nel 1° campione di roccia si misura l'attività osservata (conteggio  $\gamma$  da 609 keV), si ricava l'attività vera e da essa - tramite il noto valore vero della costante di decadimento  $\lambda(^{238}\text{U})$  - il n.di nuclei di  $^{238}\text{U}$  presenti, la relativa massa di  $^{238}\text{U}$  e quindi il contenuto di  $^{238}\text{U}$ , ad es. in ppm;
- Nel 2° campione di roccia si misura l'attività osservata, si ricava l'attività vera e da essa -utilizzando il contenuto di  $^{238}\text{U}$  in ppm precedentemente trovato - la massa di  $^{238}\text{U}$ , il n.di nuclei di  $^{238}\text{U}$  presenti e quindi la costante di decadimento, e da essa la vita media.

Un'esperienza effettuata con gli studenti ha dato i seguenti risultati:

- Le rocce di Novazza hanno un contenuto di  $^{238}\text{U}$  di circa 1000 ppm;
- Il  $^{238}\text{U}$  risulta con tempo di dimezzamento di  $2.2 \cdot 10^9$  anni (valore vero:  $4.47 \cdot 10^9$ ).

La quantità di uranio stimata ( $\approx 400$  volte rispetto alla media delle rocce terrestri) è compatibile con la radioattività delle rocce misurata tramite contatore Geiger (alcune centinaia di volte rispetto al fondo naturale). Si ritiene accettabile anche l'accuratezza del risultato sul tempo di dimezzamento, entro un fattore 2, tenendo conto che le due ipotesi non sono rigorosamente soddisfatte, in quanto la presenza di radon altera l'equilibrio secolare, e la concentrazione di uranio nelle rocce è disomogenea.

#### STAGE ESTIVO AL DIPARTIMENTO DI FISICA

Le due esperienze descritte sono state proposte, insieme a diverse altre, a gruppi di studenti di 4a superiore, orientati a iscriversi a facoltà scientifiche, che in giugno hanno partecipato a un Tirocinio Formativo e Orientativo presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pavia. Lo stage consiste in due settimane full-time nelle quali agli studenti vengono proposte diverse tematiche di Fisica Moderna, affrontate in modo simpatico e informale e senza formalismo matematico, sia con seminari divulgativi e visite guidate, sia soprattutto con dimostrazioni sperimentali da loro stessi condotte a piccoli gruppi di 4 studenti ciascuno. Lo stage si conclude poi con una presentazione delle attività sperimentali svolte da parte dei ragazzi stessi, e un'esperienza-gioco finale assai coinvolgente (assemblaggio e lancio di razzi ad acqua).

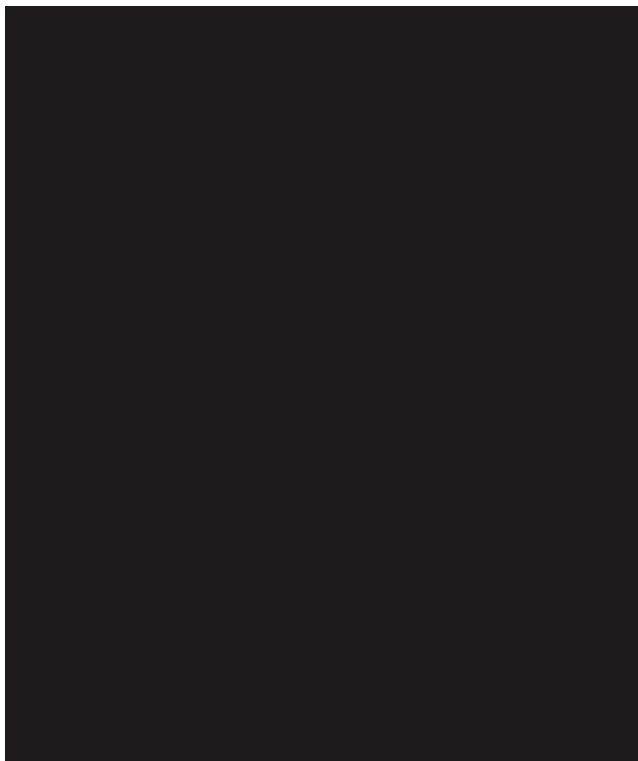
L'esperienza dello stage (si veda [www.facebook.com](http://www.facebook.com) → Stage Fisica Pavia), attiva da circa 6 anni, ha sempre riscontrato grande interesse e apprezzamento tra gli studenti (rilevato tramite apposito questionario). Essa ha raggiunto finora circa 200 studenti, già orientati a studi scientifici, da Pavia e province limitrofe. Diversi di essi poi hanno deciso effettivamente di iscriversi al corso di laurea in Fisica (stimiamo che circa il 15% delle matricole di Fisica abbia precedentemente frequentato lo stage).

#### SINTESI CONCLUSIVA

Le due esperienze di misura proposte sono state presentate in diverse occasioni agli studenti, con notevoli risultati di interesse sia quando svolte in forma completa (con le sorgenti radioattive, in Dipartimento) sia quando proposte solo come dimostrazioni a supporto dei tanti seminari divulgativi che da anni permettono di presentare tematiche di Fisica Nucleare a diverse classi di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> superiore delle Scuole Superiori della provincia di Pavia, attraverso numerosi e ripetuti inviti da parte dei docenti.

Nel prossimo futuro, si cercherà di accedere a finanziamenti (MIUR, istituzioni locali) per ampliare l'offerta di simili esperienze anche sotto diverse forme (es. incontri per docenti, cittadinanza...), aumentando bacino d'utenza e impatto sul pubblico.

In una realtà piccola come Pavia, si vuole comunque mantenere un approccio "dal basso", che privilegi contatti personali con studenti e docenti e presenza capillare sul territorio.



di Vera Montalbano  
Emilio Mariotti

*Dipartimento di Scienze  
Fisiche, della Terra e  
dell'Ambiente, Sezione  
di Fisica, Università  
di Siena*

# *L'insegnamento della fisica negli istituti tecnici dopo la riforma*

## IDEE, PROPOSTE, SPERIMENTAZIONI

Nell'ambito del Piano Lauree Scientifiche è emersa l'esigenza di molti insegnanti di ripensare l'insegnamento della fisica negli istituti tecnici. L'idea di affrontare le problematiche nate dalla realizzazione della riforma come occasione per rivedere le finalità, gli obiettivi e le metodologie per la fisica in questo tipo di scuole ha dato origine ad una vivace collaborazione tra insegnanti e fisici con lo scopo di aumentare interesse e motivazione degli studenti. Si presentano le problematiche affrontate, alcune realizzazioni in laboratori PLS in classe e altre attività in corso.

### INTRODUZIONE

Negli ultimi anni sono state messe in atto molte azioni per contrastare la crisi delle vocazioni scientifiche. Nell'ambito del PLS<sup>1</sup> [1] si sono realizzate attività rivolte sia agli studenti che agli insegnanti nel nostro territorio: la Toscana meridionale [2, 3]. Le principali attività per gli studenti sono state i laboratori PLS<sup>2</sup>, mentre gli insegnanti sono stati coinvolti inizialmente in azioni di potenziamento culturale, quali corsi di perfezionamento e aggiornamento, master e conferenze. Nella realtà territoriale interessata (province di Siena, Arezzo e Grosseto) quest'ultimo intervento è particolarmente necessario perché sono pochissimi gli insegnanti laureati in fisica. L'azione più efficace in questo senso si è avuta proprio attraverso i laboratori PLS e ultimamente con laboratori di progettazione e corsi di aggiornamento [3]. I corsi di aggiornamento in particolare hanno richiesto negli anni passati una estrema cura sia nella scelta dell'argomento, che doveva essere particolarmente significativo per gli insegnanti in servizio, sia nella metodologia, che doveva essere non solo innovativa ed efficace ma anche essere proposta in modo da coinvolgere anche gli insegnanti più maturi.

La recente riforma della scuola secondaria superiore ha profondamente cambiato questo scenario. Sempre più spesso gli insegnanti coinvolti nel PLS ci chiedono supporto concreto per affrontare le sfide che emergono dalla realizzazione della riforma nel loro contesto. Abbiamo iniziato proponendo corsi di aggiornamento per ripensare il biennio poiché molti insegnanti in servizio nei licei non avevano mai insegnato in questa fascia di età. Si è proseguito proponendo un laboratorio di modellizzazione, nato da una collaborazione coi matematici per rendere più efficace l'insegnamento di entrambe le discipline. Questa esperienza si è conclusa con la richiesta di riprogettare i percorsi di

1. Progetto Lauree Scientifiche dal 2005 al 2009, divenuto Piano nazionale Lauree Scientifiche dal 2010.

2. Laboratori realizzati secondo le linee guida del Piano Lauree Scientifiche [4].



matematica e fisica nella riforma. Nel corso di aggiornamento in cui abbiamo cercato di delineare con gli insegnanti interessati questi percorsi è emersa la necessità di farlo soprattutto per la fisica e non solo per i licei.

La riforma ha introdotto molti cambiamenti nell'insegnamento della fisica, soprattutto negli istituti tecnici e professionali. In particolare si assiste alla riduzione dell'orario rispetto alle sperimentazioni consolidate in alcuni ITI e alla riduzione complessiva delle ore di copresenza nel laboratorio. È prevista inoltre l'introduzione di nuove materie di raccordo tra il biennio e il triennio. Perché cercare di migliorare l'insegnamento della fisica in questo tipo di scuole? Il primo motivo è di tipo culturale e sociale: è necessario che si realizzi una diffusa alfabetizzazione scientifica in modo che quando si richiede al cittadino di fare delle scelte, egli possa decidere e agire consapevolmente, ovvero che si diffonda la cittadinanza scientifica. Inoltre, spesso dagli istituti tecnici possono emergere interessi che, se coltivati, portano alcuni studenti ad iscriversi ad un corso di laurea scientifico. Infine, proprio in queste scuole si trovano ad operare molti insegnanti giovani e motivati, che sono particolarmente sensibili all'efficacia dell'insegnamento. Esiste però un serio problema culturale in questo contesto: come rendere interessante e significativo lo studio della fisica per gli studenti delle scuole ad indirizzo tecnico. Nel seguito descriveremo le problematiche che sono emerse e le strategie che abbiamo elaborato per affrontarle. In particolare descriveremo una esperienza significativa realizzata in un istituto agrario l'anno scorso che ci ha convinto a provare ad estenderla quest'anno all'intero corso di fisica in questa scuola.

#### LA FISICA NEGLI ISTITUTI TECNICI E LA RIFORMA DELLA SCUOLA

La fisica negli istituti tecnici è considerata una materia di base ed è insegnata al biennio. Nelle materie di indirizzo si utilizzano alcuni concetti fisici ma c'è una scarsa collaborazione e poco coordinamento tra insegnanti di dipartimenti diversi. Raramente le correlazioni tra i concetti fisici e le materie professionali sono adeguatamente evidenziate. Il risultato è che gli studenti percepiscono la fisica come una materia inutile e completamente scollegata dalla loro futura professione. Questo genera spesso insoddisfazione negli insegnanti e una obbiettiva difficoltà a coinvolgere gli studenti. Per contro, spesso si verifica che, dove vengono utilizzati i laboratori di fisica, comunque questa materia è apprezzata.

RIFORMA					PRERIFORMA				
<b>Istituto Tecnico settore Tecnologico</b>					<b>Istituto Tecnico Industriale</b>				
<b>2+1L</b>	<b>2+1L</b>	-	-	-	<b>2+2L</b>	<b>2+2L</b>	-	-	-
<b>Istituto Agrario</b>					<b>Istituto Agrario</b>				
<b>2+1L</b>	<b>2+1L</b>	-	-	-	-	<b>2L</b>	<b>3L</b>	-	-

*Tabella. Quadro orario settimanale per la fisica per gli ITI e per l'Istituto Agrario, dove L indica le ore in cui è prevista la copresenza in laboratorio.*

La riforma sta cambiando radicalmente molti aspetti della programmazione didattica. Per prima cosa sono cambiati i quadri orari, come mostrato in tabella per l'istituto tecnico industriale e per l'istituto agrario. Si osserva una diminuzione delle ore previste per la fisica e soprattutto una riduzione delle ore previste in laboratorio in copresenza con l'insegnante tecnico-pratico.

In queste scuole erano largamente diffuse sperimentazioni che non sono più previste. In questo caso per l'Istituto Agrario dove la fisica era insegnata nel biennio con sperimentazioni in cui il quadro orario era analogo a quello introdotto dalla riforma, si assiste alla riduzione ad un terzo delle ore previste per il laboratorio. Nel caso degli ITI la riduzione è minore ma comunque le ore di laboratorio risultano diminuite, spesso dimezzate. Viene però introdotta nel secondo anno una nuova materia di raccordo tra biennio e triennio, scienze e tecnologie applicate (3 ore settimanali), insegnata dagli insegnanti delle materie di indirizzo del triennio.

Si passa da programmi ministeriali dettagliati a indicazioni nazionali sui contenuti e metodi di insegnamento ma il curriculum rimane di fatto di competenza delle scuole a cui si richiede di certificare anche le competenze in uscita acquisite dagli studenti.

È forte quindi l'esigenza di rivedere i contenuti soprattutto in relazione alle seguenti problematiche:

- Quali attività di laboratorio sono efficaci e realizzabili in questo contesto;
- Quali competenze certificare e come valutarne l'acquisizione;
- È possibile dialogare con gli insegnanti delle materie di indirizzo e realizzare percorsi significativi in fisica che si concludano con una maggiore comprensione di pratiche professionali?

Un altro problema rilevante è l'inadeguatezza dei libri di testo, che spesso vengono riadattati acriticamente alla normativa vigente e sono attualmente inadeguati ad accompagnare un ripensamento dell'insegnamento. Queste sono le conclusioni emerse dall'ultimo corso di aggiornamento realizzato nel PLS che ha dato luogo ad una vivace collaborazione tra insegnanti e fisici. Inoltre, esse sono largamente condivise anche dagli insegnanti della sezione AIF<sup>3</sup> di Siena. Siamo giunti quindi a formulare un progetto condiviso per gli istituti tecnici che prevediamo di realizzare nel prossimo futuro attraverso un laboratorio di progettazione PLS-AIF in cui saranno coinvolti una decina di insegnanti. L'idea è di realizzare un percorso per l'insegnamento della fisica all'interno della scuola riformata adattato al contesto degli istituti tecnici con lo scopo di aumentare interesse e motivazione degli studenti. Le azioni che pensiamo siano necessarie e che cercheremo di realizzare in questo laboratorio di progettazione saranno tentare di coinvolgere gli insegnanti delle materie di indirizzo, ridisegnare il percorso di fisica nel biennio attraverso la preparazione di materiali da utilizzare in classe (si pensava ad un e-book da condividere tra insegnanti e studenti) e sperimentare appena possibile in classe.

#### LA FISICA IN CANTINA: UN ESEMPIO DI INNOVAZIONE

Nell'a.s. 2011/12 gli insegnanti dell'Istituto Agrario di Siena ci hanno chiesto di poter utilizzare i laboratori didattici del dipartimento di fisica per far fare ai loro studenti un

3. Associazione per l'Insegnamento della Fisica.

percorso significativo di fisica in laboratorio, essendone la loro scuola sprovvista. Forti dell'esperienza e della creatività di uno degli insegnanti più attivi nel PLS nella cui cantina avevamo più volte commentato di quanta fisica era collegata alla pratica di fare il vino, abbiamo proposto un percorso di fisica che partendo dall'equilibrio termico conducesse alla misura del grado alcolico con uno strumento professionale presente nella scuola: l'ebullimetro di Malligand [5].

Il vino è essenzialmente una soluzione di acqua e alcol e la sua temperatura di ebollizione



*Figura 1. Un gruppo di studenti sta osservando la scala dell'ebullimetro per determinare il grado alcolico della soluzione.*

diminuisce all'aumentare del contenuto di etanolo. Il grado alcolico di un vino può essere misurato con un ebullimetro, mostrato in figura, che è uno strumento professionale per gli enologi. L'Istituto Agrario senese offre una offerta didattica dove la preparazione del vino è centrale. I vigneti dell'azienda agricola gestita dalla scuola vengono assegnati alle classi che seguono la coltivazione, la raccolta e la trasformazione dell'uva in vino. Le ultime classi e gli studenti che si iscrivono al corso annuale post-diploma che forma la figura professionale del tecnico enologo, progettano ogni anno un vino, utilizzando i vitigni a disposizione, che viene poi prodotto e venduto dall'azienda agricola.

In questo contesto, il percorso di apprendimento in laboratorio ha dato risultati incoraggianti soprattutto quando le grandezze misurate in laboratorio si collegavano con attività e concetti che erano chiaramente legati alla produzione e caratterizzazione del vino o altre bevande a contenuto alcolico. Il percorso di apprendimento è stato considerato molto positivamente dagli insegnanti e gli studenti hanno dimostrato una partecipazione attiva soprattutto nella parte finale più collegata ad attività di laboratorio di cui comprendevano l'utilità.

#### **IDEE PER IL FUTURO**

Visti i risultati ottenuti, in questo anno scolastico abbiamo proposto di ripensare e riprogettare il biennio, trovando un solido supporto nella dirigenza dell'Istituto Agrario, una compatta adesione degli insegnanti di matematica e fisica, una collaborazione attiva e attenta degli insegnanti di indirizzo (sorprendente e insperata). Abbiamo proposto di ripensare insieme l'insegnamento della fisica in modo da fornire i prerequisiti di fisica necessari alle materie di indirizzo che consentano di realizzare alcune esperienze significative, in cui il collegamento con la fisica sia esplicitato, nelle ore di raccordo introdotte nel biennio.

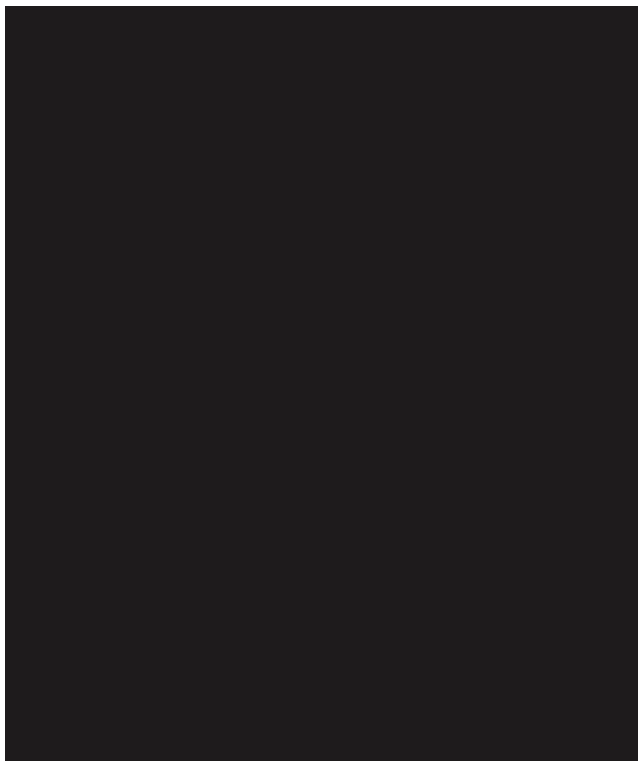
Attualmente stiamo lavorando con gli insegnanti su un corso di fisica biennale intitolato Dalle proprietà macroscopiche della materia all'energia, che si ispira all'Introductory Physical Science [6] di cui si trova molto materiale in italiano, soprattutto per il laboratorio. Nella nostra proposta la meccanica diventa un elemento trasversale come l'energia. Esempi, esercizi, situazioni problematiche proposte agli studenti sono strettamente legate alla produzione del vino e a situazioni che si possono creare in una azienda agricola.

L'idea è di sperimentare in classe le attività a partire dal prossimo anno. Inoltre, abbiamo iniziato una riflessione sui professionali in cui, in alcuni indirizzi, la fisica è una novità assoluta e non esistono laboratori. Gli studenti spesso sono completamente disinteressati ma è importante costruire percorsi significativi in questo caso, sia per realizzare una formazione di cittadini che abbiano una alfabetizzazione scientifica sia per una maggiore realizzazione professionale degli insegnanti che operano in contesti più difficili. Anche in questo caso la riforma potrebbe essere l'occasione per migliorare e allargare la diffusione della conoscenza della fisica.

---

### **Bibliografia**

- [1] N. Vittorio, *Il Progetto Lauree Scientifiche 2005 – 2009. Sintesi delle attività e dei risultati a livello nazionale*, Workshop Vetrina PLS: da Progetto a Piano, Siena 4 Nov 2010, [www.unisi.it/fisica/laureescient/vetrina/20101104\\_vittorio\\_pls.pdf](http://www.unisi.it/fisica/laureescient/vetrina/20101104_vittorio_pls.pdf).
- [2] V. Montalbano, *Fostering Student Enrollment in Basic Sciences: the Case of Southern Tuscany*, in Proceedings of The 3rd International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics: IMCIC 2012, ed. N. Callaos et al, 279, (2012), arXiv:1206.4261 [physics.ed-ph].
- [3] V. Montalbano, R. Benedetti, E. Mariotti, M. A. Mariotti, A. Porri, *Attempts of Transforming Teacher Practice Through Professional Development*, The World Conference on Physics Education (WCPE), July 1-6, 2012, Istanbul (2012), arXiv:1212.1042 [physics.ed-ph].
- [4] *Linee guida del Piano Lauree Scientifiche*, [www.progettolaureescientifiche.eu/i-documenti-del-piano-lauree-scientifiche](http://www.progettolaureescientifiche.eu/i-documenti-del-piano-lauree-scientifiche).
- [5] R. Benedetti, V. Montalbano, E. Mariotti, *First Steps into Physics in the Winery*, *The World Conference on Physics Education* (WCPE), July 1-6, 2012, Istanbul, (2012), arXiv:1302.3767 [physics.ed-ph].
- [6] I.P.S. Group, *Introduzione alla Scienza Fisica, Guida per insegnanti - Corso sperimentale introduttivo di chimica e fisica per le scuole medie superiori*, Zanichelli: Bologna 1971.



di Marisa Porcelli  
Marco Costa

*Insegnante di scuola  
primaria presso l'IC "A.  
Spinelli" di Torino*

*Dipartimento di Fisica  
Università degli Studi  
di Torino*

# Progetto interdisciplinare “Semplicemente... complesso”

## L'INFINITAMENTE PICCOLO - L'INFINITAMENTE GRANDE

### ABSTRACT

Progetto interdisciplinare svolto presso la scuola primaria IC “A. Spinelli” di Torino in collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino. Il progetto descrive un lavoro con bambini di età compresa tra 8 e 10 anni incentrato sulla scoperta della struttura microscopica del mondo che ci circonda, utilizzando diversi linguaggi esperienziali, da quello più propriamente scientifico a quello filosofico e artistico.

### INTRODUZIONE

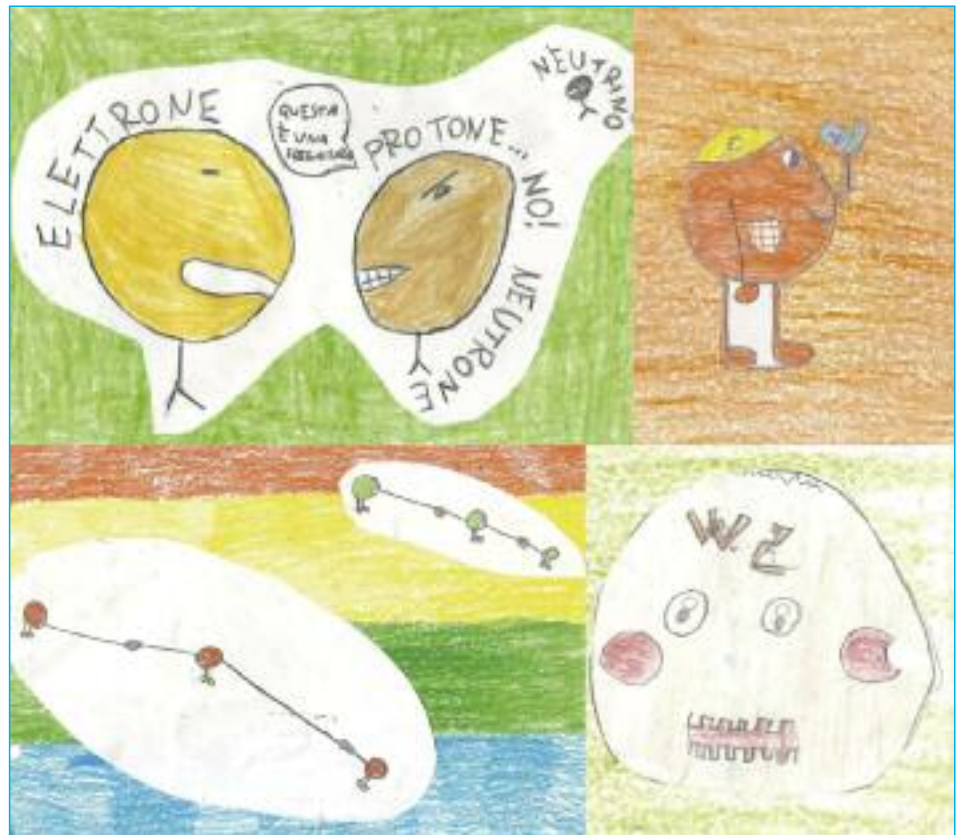
Il progetto “Semplicemente...complesso” ha avuto origine nel 2009 dal desiderio di far lavorare i bambini sul tema dell'infinitamente piccolo ed in particolare sul tema del “vedere l'invisibile”, per scoprire con loro che, scendendo di scala, la molteplicità e la complessità che ci circonda è riconducibile a un numero finito di elementi. Nella convinzione che l'apprendimento avvenga solo attraverso esperienze significative e motivanti, che restino nella memoria cognitiva, affettiva ed emotiva dei bambini, si è scelto questo non semplice argomento, in quanto rilevante dal punto di vista scientifico e pregnante come esperienza da far vivere ai bambini. La scelta metodologica che ha guidato la realizzazione del progetto in tutte le sue fasi è stata quella del favorire un atteggiamento di curiosità cognitiva come motivazione all'osservazione e alla scoperta. La metodologia del porsi domande prevede un modello di insegnamento/apprendimento che parta da domande e problemi e, con rigore procedurale, li analizzi e ne studi strategie di risoluzione. Finalità dell'educazione non è dare all'allievo una quantità sempre maggiore di conoscenze, ma è costruire in lui uno stato interiore profondo che lo orienti sempre, non solamente durante l'infanzia. Il percorso di apprendimento si è realizzato in modo trasversale e interdisciplinare, coinvolgendo anche gli ambiti linguistici ed espressivi, come era indispensabile fare vista l'età degli alunni. In tal modo si è realizzato un approccio alle scienze e soprattutto al mondo della fisica in età precoce, con metodi rigorosi, coinvol-



gendo però la totalità e la complessità dell'identità dei bambini, sia nelle loro caratteristiche cognitive, sia in quelle emotive ed affettive.

#### SI PUÒ INSEGNARE FISICA NELLA SCUOLA PRIMARIA?

Già le indicazioni per il curricolo per la scuola primaria pongono attenzione all'insegnamento scientifico dai primi anni del ciclo di istruzione. La capacità di porsi domande, l'attitudine a voler capire e leggere la realtà attraverso un'attenta osservazione ed analisi dei fenomeni che ci circondano, devono da sempre essere obiettivi primari di ogni processo di insegnamento/apprendimento. I percorsi scientifici devono portare i bambini dal pensiero spontaneo fino a forme di conoscenza sempre più organizzate, di cui i bambini stessi possano verificare efficacia ed efficienza. La fisica si presta alla progettazione di questi processi, offrendo un campo d'indagine estremamente significativo e motivante, sollecitando l'abitudine cognitiva di comprendere l'esperibile, propensione auspicabile per ogni esperienza formativa. Inoltre è utile avviare la conoscenza della fisica in una età in cui non esistono sovrastrutture cognitive e psicologiche che possano interferire con processi di apprendimento particolarmente complessi.



*Da destra a sinistra in senso orario: Decadimento di un protone in un neutrone con emissione di elettrone e neutrino / Elettrone con "le carte della forza elettromagnetica e della forza debole" / I gluoni che legano i quark dentro gli adroni / I Bosoni W e Z*

### PERCHÉ UN PROGETTO INTERDISCIPLINARE?

Il progetto “Semplicemente...Complesso” ha avuto piena ricaduta sui percorsi di apprendimento di scienze, fisica, italiano (ma anche filosofia), educazione all’immagine, musica. Ha, pur lasciando spazio alla normale programmazione disciplinare delle classi di scuola primaria, interessato gran parte degli approfondimenti che hanno animato la vita scolastica degli alunni. Il sapere, soprattutto nella fascia d’età della scuola primaria, deve passare attraverso esperienze totalizzanti, non frammentate, che coinvolgano pienamente tutti i livelli esperienziali. Data l’età dei bambini è importante coinvolgere il campo dei valori e delle relazioni, delle motivazioni e delle inclinazioni non chiudendoli solo in un unico ambito disciplinare, ma in continuità costruttiva attraverso differenti percorsi. Il “senso culturale” passa attraverso la consapevolezza della comune origine dei saperi, nella complessità del mondo e della conoscenza.

*Vedere un Mondo in un granello di sabbia,  
e un Cielo in un fiore selvatico,  
Tenere l’Infinito nel cavo della mano  
E l’Eternità in un’ora.*

*William Blake*

### IL RICERCATORE IN CLASSE

Spesso nella scuola primaria i percorsi di apprendimento che si muovono in ambiti estremamente specifici soprattutto in campo scientifico e che richiedono competenze che esulano da quelle reali degli insegnanti, vengono affidati esclusivamente ad esperti esterni,



*Riproduzione dell’opera “The Firmament”  
di J.Brown – classi 4A/4B*

che garantiscono sì la correttezza di quanto si propone agli alunni, ma portano ad una scarsa ricaduta sulla programmazione delle discipline, rendendo talvolta inefficace e improduttivo l’intervento stesso. Questo limitato coinvolgimento degli insegnanti curricolari, che assolvono se stessi dalla necessità di approfondire personalmente i nuovi contenuti, spesso può non generare un reale processo di apprendimento negli alunni. Per non vanificare il prezioso contributo dei ricercatori, è fondamentale che siano gli insegnanti di classe a realizzare in prima persona tali esperienze, per rendere quello che si sta vivendo davvero coinvolgente e significativo, con una piena ricaduta sulla vita scolastica. Solo gli insegnanti di classe, avendo piena conoscenza delle caratteristiche complessive degli lavoro, possono garantire l’efficacia e la piena realizzazione



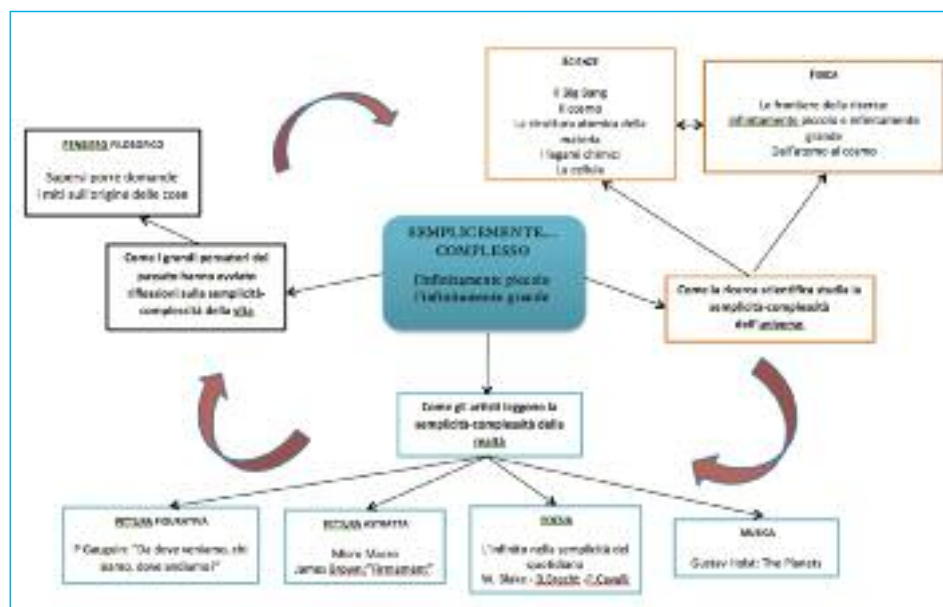
di simili percorsi di apprendimento. Nel progetto “Semplicemente...complesso” si è proceduto proponendo innanzitutto un’attività di formazione degli insegnanti presso l’Università di Torino, seguita da alcuni interventi mirati dei ricercatori in classe e in laboratorio con i bambini a coadiuvare e supportare gli insegnanti nelle esperienze e nei percorsi curriculari da loro scelti e realizzati.

### REQUISITI RICHIESTI AD UN INSEGNANTE DI SCUOLA PRIMARIA PER LA REALIZZAZIONE DI PROGETTI COME “SEMPLICEMENTE... COMPLESSO”

Un progetto come “Semplicemente... complesso” è, a nostro parere, realizzabile in un qualsiasi contesto scolastico, con docenti a cui è richiesto solo di essere disponibili ad accogliere nuove sfide professionali, a mettere in discussione le proprie certezze e le proprie competenze, a rinunciare talvolta a percorsi già collaudati e sperimentati, a cogliere ogni opportunità offerta da situazioni anche esterne al proprio ambito scolastico per generare apprendimenti significativi, nella consapevolezza che la sperimentazione didattica sia l’unica strada che porta ad una scuola realmente formativa, che induca negli alunni quella positiva curiosità che crea il desiderio di non porsi limiti nella conoscenza.

### RISULTATI E CONCLUSIONI

Il progetto ha visto come protagoniste 2 scolaresche della scuola primaria che, nel 2009 quando è cominciato, frequentavano la II elementare. Modulando gli interventi e adeguandoli negli anni successivi all’età dei bambini, si è realizzato il percorso sotto illustrato



Come schematizzato nel diagramma, il progetto nel tempo ha coinvolto la programmazione di molte discipline scolastiche. Ciascun ambito ha contribuito all’analisi della relazione esistente tra semplicità e complessità della realtà, studiata dal mondo scientifico e non solo, indagata dal mondo della letteratura, dell’arte e della filosofia.

Il lavoro è stato dapprima incentrato sul tema “Vedere l’Invisibile: la fisica delle particelle secondo il modello Standard”. In questa fase si sono usati molteplici strumenti: lettura di testi divulgativi per bambini[1,3], visita guidata a mostre tematiche [2], lezioni in classe di fisica delle particelle per bambini e sessioni di laboratorio dedicate alle proprietà della luce [4]. Ne sono risultate drammatizzazioni in cui gli alunni hanno rappresentato la struttura atomica della materia e mostre allestite dai bambini per raccontare il mondo dell’acceleratore LHC in funzione presso il CERN di Ginevra, gli esperimenti a fasci di particelle collidenti e la vita dei ricercatori di fisica.

Il lavoro nell’anno successivo si è sviluppato sul tema del Big Bang e l’origine fisica degli elementi, sia con la lettura e commento in classe del testo di Luca Sciortino: “Vita di un atomo raccontata da se medesimo”[5], sia con interventi in classe dei ricercatori.

Traendo spunto dal testo di Sciortino i bambini hanno dapprima realizzato un libro animato, che riportava le parti per loro essenziali ed emozionanti e che ha dato la possibilità di animare i personaggi (atomi e molecole), protagonisti del libro. Si è quindi realizzato un testo contenente la trascrizione di una delle lezioni frontali dei ricercatori, illustrata dai molti disegni che rappresentavano quanto i bambini andavano imparando e scoprendo. In tal modo si sono tradotte in modo creativo, utilizzando un simbolismo primario, situazioni che normalmente si presentano con linguaggio rigoroso e astratto.

Nell’anno successivo 2011/2012 gli alunni hanno affrontato ancora temi scientifici (atomi e molecole; i legami chimici, le cellule...) e sono andati ad incontrare i ricercatori presso il CERN di Ginevra. Si sono confrontati quindi con il rigore della ricerca scientifica, ma anche, seguendo la produzione di artisti contemporanei come James Brown, con la rivisitazione fantastica delle forme semplici presenti in natura, che in un gioco di strane composizioni si trasforma in un macro universo. Tutto questo ispirato da musiche come la suite orchestrale “The Planets” di Gustav Holst, che con le proprie scelte timbriche, dinamiche e agogiche ha guidato le opere pittoriche di Brown che riproducono il suo “Micro-Macro” mondo[6]. I bambini hanno letto e commentato testi poetici di autori contemporanei come William Blake, Bertold Brecht ed Emily Dickinson [7] che hanno saputo cogliere e discernere la complessità della realtà, osservando le parti più semplici in natura, cogliendo il senso stesso dell’infinito. La poesia li ha aiutati a capire che solo attraverso la visione delle semplici, piccole cose del vivere quotidiano si possono comprendere le grandi cose. Gli alunni hanno anche scoperto che da sempre il pensiero dell’uomo si è confrontato con il tema dell’origine della vita e della comprensione della struttura del reale. Hanno imparato che già tra il V e il VI secolo a.C. filosofi come Talete, Eraclito e Democrito con semplici osservazioni ed i soli mezzi dell’intelletto, formularono ipotesi ed elaborarono modelli concettuali che stanno alla base della scienza moderna [8].

In conclusione si ritiene che una giusta e rigorosa costruzione e divulgazione del pensiero scientifico sia possibile già in tenera età, nella scuola dell’obbligo. E’ importante avviare simili processi di apprendimento in momenti dell’età evolutiva durante i quali i protagonisti sono disponibili, altamente ricettivi e motivati a qualsiasi tipo di approfondimento, anche quello apparentemente più complesso, in quanto non ancora condizionati da più rigide categorie di pensiero, che possono rendere più difficoltoso e meno spontaneo l’apprendimento di alcune tematiche.

Nota: Il progetto “Semplicemente...Complesso” è stato reso possibile dalla collaborazione sinergica fra docenti della Università di Torino e insegnanti della scuola primaria dell’ IC “A. Spinelli”, e grazie in parte al sostegno della Regione Piemonte (Bando per l’ampliamento dell’offerta formativa), e all’azione di supporto del Centro InterUniversitario Agorà Scienza di Torino

Hanno collaborato:

Insegnanti G. Bozzi, S. Strumia, A. Salerno (Scuola Internaz. Europea Statale A. Spinelli)  
Prof. P. Galeotti, Prof.ssa S. Beolè, Dott.ssa G. Mila, Dott. F. Bossù (Dipartimento di Fisica - Università di Torino)

Prof. F. Gambotto (Scuola Internazionale Europea Statale A. Spinelli)

---

### *Bibliografia*

- [1] Franco Foresta Martin - *“Dall’atomo al cosmo”* - Editoriale scienza
- Russell Stannard - *“Zio Albert e i quanti”* - SalaniGfIstrici
- Russell Stannard - *“Chiedilo a zio Albert”* - SalaniGfIstrici
- <http://particleadventure.org/>
- <http://www.infn.it/multimedia/particle/>
- [2] Roland Lehoucq - *“La luce...vista da vicino”* - Edizioni Dedalo
- [3] *“L’invisibile meraviglia”* (INFN) e *“La scienza accelera”* (CERN) presso il Museo di Scienze Naturali di Torino, <http://www.regione.piemonte.it/museoscienzenaturali/mostre/temporanee/universo.htm>
- [4] Attrezzature di laboratorio per esperimenti sulla natura della luce acquistate grazie al finanziamento della Regione Piemonte (Bando 2009 per l’ampliamento dell’offerta formativa)
- [5] Luca Sciortino - *“Vita di un atomo raccontata da se medesimo”* - Erickson narrativa
- [6] James Brown *“The Firmament”* - Mostra MicroMacro presso GAM - Torino
- [7] William Blake - *Senza titolo*
- Bertolt Brecht - *Piaceri*
- Patrizia Cavalli - *Notte palombara*
- Emily Dickinson - *Un sepalo, un petalo e una spina*
- [8] *“Spallone e l’origine delle cose”* testi di Emiliano Di Marco - La Nuova frontiera Junior

di Paola Porta

*Liceo classico  
"Vincenzo Gioberti"  
di Torino*

*dall'1/9/2012 presso  
il Liceo scientifico  
"Galileo Ferraris"  
di Torino*

# *Fare ricerca sperimentale nella scuola secondaria*

## UN'OPPORTUNITÀ E UNA RISORSA

### ABSTRACT

Al fine di avvicinare maggiormente gli studenti alla ricerca scientifica e di incrementare le iscrizioni ai corsi di laurea scientifici in generale, e in fisica in particolare, il liceo classico "Vincenzo Gioberti" di Torino ha istituito all'interno del POF un progetto di ricerca di base sui raggi cosmici da svolgersi con un rivelatore portatile ottenuto in comodato d'uso dalla sezione INFN di Torino. In questo articolo vengono descritti gli obiettivi, le metodologie e i risultati ottenuti nei primi quattro anni di attività sia in termini di competenze acquisite e sia nelle scelte universitarie fatte dai ragazzi aderenti al progetto.

### INTRODUZIONE

Nella didattica della fisica il laboratorio è strumento essenziale affinché gli studenti, oltre ad acquisire il metodo sperimentale, apprendano in modo più duraturo e vivo concetti essenziali di questa disciplina. Purtroppo l'esiguità delle ore curriculari nei licei umanistici non permette di scoprire una legge in modo autonomo ma solo di verificarla; pertanto, lo studente non si trova mai a navigare in mare aperto con la sola sua intelligenza come guida. Fare fisica è un processo creativo entusiasmante che troppo spesso resta totalmente ignoto agli allievi con conseguenze determinanti nelle loro scelte universitarie.

All'interno del progetto EEE- Extreme Energy Events, a cui partecipa il liceo Gioberti di Torino, per quattro anni è stata data la possibilità a studenti del triennio di fare ricerca sperimentale sui raggi cosmici in orario extracurricolare. Gli allievi sono stati reclutati su base volontaria tra le eccellenze all'inizio del terzo anno del loro corso di studi, in un momento in cui sono sprovvisti di qualsiasi competenza in fisica. Pertanto, a parte poche lezioni introduttive sui raggi cosmici e i rivelatori, si è deciso di affrontare i problemi, e le relative conoscenze e tecniche per risolverli, solo a mano a mano che essi si presentavano. La risposta ad un quesito ha sempre condotto a nuovi interrogativi. Partendo da una campagna di misure è nata spontaneamente l'esigenza di apprendere e utilizzare metodi di analisi statistica per dare un senso ai dati raccolti, confrontare e correlare il flusso dei cosmici con la pressione atmosferica, la densità delle particelle del vento solare e l'altitudine. Per confrontare diversi set di misure si è passati a determinare le caratteristiche del rivelatore utilizzato in termini di efficienza e fattore geometrico, a indagare sulla distribuzione angolare dei raggi cosmici. Ogni gruppo di studenti si è concentrato su un

particolare obiettivo ed è stato responsabile sia del set-up di misure, sia della presa dati, sia dell'analisi e i risultati ottenuti sono sempre stati raccolti in un articolo pubblicato sul sito del liceo e presentati in workshop dedicati agli studenti torinesi del progetto EEE. Agli studenti dell'ultimo anno viene inoltre affidato il tutoraggio dei nuovi partecipanti. Per i ragazzi coinvolti, e per gli stessi docenti referenti, è stato divertente apprendere in modo autonomo molte caratteristiche dei raggi cosmici e dei rivelatori necessari a misurarli e, soprattutto, è stato gratificante poter comunicare i risultati prodotti alla comunità EEE.

Nonostante l'impegno non indifferente richiesto agli studenti, gli abbandoni sono stati fisiologici e concentrati a metà del primo anno di partecipazione al progetto, mentre il grado di soddisfazione espresso nei questionari di feed-back è sempre oscillato dal valore medio-alto a quello elevato. La rappresentanza degli studenti provenienti dalle sezioni del classico è sempre risultata maggiore e in linea di massima più entusiasta di quella proveniente dalle sezioni di linguistico, mentre non vi sono state differenze significative di genere. Per quanto riguarda le scelte universitarie fatte dalle prime due tornate di studenti diplomati esse si sparpagliano principalmente tra medicina, ingegneria, economia e i corsi di laurea già facenti capo alla facoltà di scienze m.f.n. E' interessante notare come molti allievi che avevano espresso sin dall'inizio l'intenzione di iscriversi a medicina abbiano in seguito cambiato idea scegliendo fisica o considerandola come seconda opzione in caso di insuccesso ai test di ingresso. Il numero di iscrizioni a questo corso di laurea, pur essendo rimasto molto piccolo, è raddoppiato.

#### COMPETENZE ACQUISITE DAGLI STUDENTI

In campo informatico si è fatto conoscere il mondo open source che garantisce una maggiore duttilità oltre ad innegabili vantaggi economici, in particolare i ragazzi hanno acquisito familiarità con il sistema operativo UBUNTU, una versione gratuita di linux. Tutta l'elaborazione dei dati è stata effettuata mediante fogli di calcolo elettronico (come si evince dalle figure allegate), mentre le simulazioni sono state effettuate con programmi scritti ad hoc. Sebbene la programmazione non sia stata eseguita dagli studenti, essi hanno comunque potuto apprendere i concetti base e familiarizzarsi con essa. Imparare a reperire dati validati dalla comunità scientifica internazionale via web, ad esempio dai siti SOHO e Neutron Monitor è stato un obiettivo non meno importante: benché vengano definiti "nativi digitali" troppo spesso il loro utilizzo del web non va oltre i social networks o il download di video e musica.

Per quanto riguarda tematiche più vicine alla normale programmazione didattica si sono approfondite le distribuzioni di probabilità normale e di Poisson, i fondamenti della teoria degli errori e della loro propagazione, l'interpolazione dei dati sperimentali, gli intervalli di confidenza. Gli allievi hanno imparato ad applicare metodi statistici quali la media mobile per evidenziare eventuali regolarità nel tempo del flusso dei raggi cosmici e a correlarle con l'andamento della pressione atmosferica e del vento solare nonché a determinare il coefficiente barometrico e a correggere i conteggi dei raggi cosmici dall'influenza della pressione atmosferica. Per determinare l'accettazione della cosmic box mediante simulazione si sono introdotti la generazione dei numeri casuali e il metodo di MonteCarlo, facendolo applicare agli studenti in ambiti più semplici come la stima del

valore di  $\pi$  e la determinazione dell'area di una superficie irregolare.

Si è inoltre spinto i ragazzi a collaborare a progettare, pianificare ed eseguire campagne di misure anche costruendo in prima persona parti del set-up sperimentale, ad esempio la camera climatica necessaria per la determinazione dell'efficienza del rivelatore in funzione della temperatura di funzionamento, e a valutare le criticità delle condizioni di misura per adottare strategie che migliorino la significatività dei dati raccolti.

Infine il compito più gravoso per noi insegnanti: abituarli a rendere conto in modo puntuale del proprio lavoro mediante presentazioni e stesura di articoli redatti in base ai criteri standard della letteratura scientifica.

#### RINGRAZIAMENTI

Si desidera ringraziare per la cortese disponibilità:

La sezione INFN di Torino ed in particolare il Dr. F.Tosello.

I Prof. A.Chiavassa, Dr. M.Bertaina, Dr. I.Gnesi e il Sig. O.Giuliano dell'Università di Torino.

La prof.ssa T.Morgante del liceo Gioberti di Torino.

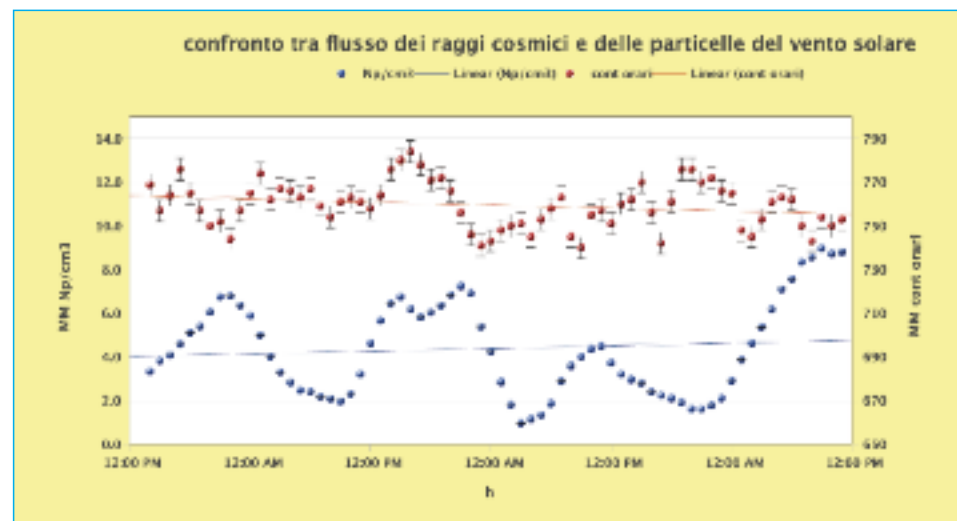


Figura 1 – Confronto tra la media mobile (MM) dei conteggi orari e la media mobile della densità delle particelle del vento solare durante i tre giorni di misura.

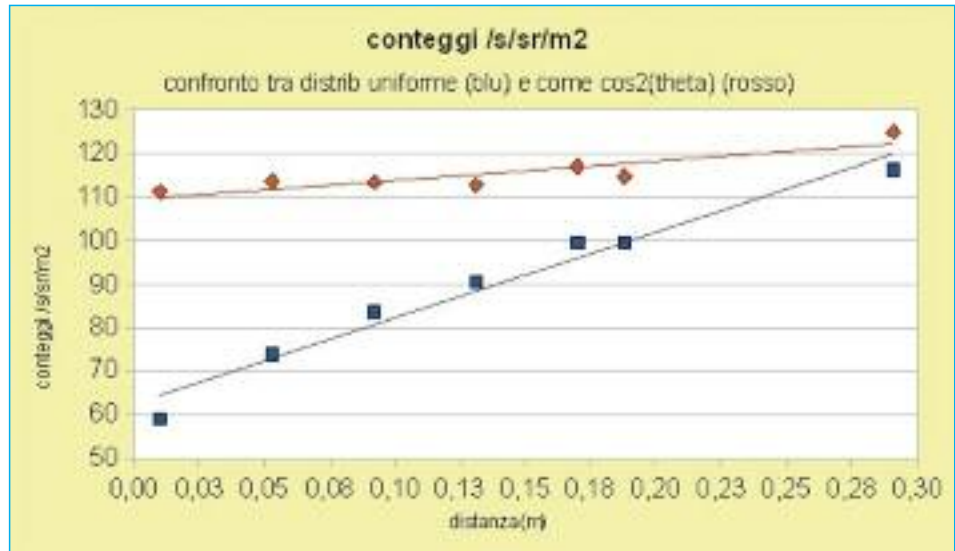


Figura 2 – confronto tra i conteggi corretti per il fattore geometrico del rivelatore in funzione della distanza tra i due scintillatori supponendo una distribuzione uniforme dei raggi cosmici (blu) oppure una distribuzione del tipo  $I=I_0\cos^2\theta$ . I valori del fattore geometrico sono stati ricavati mediante simulazione nel caso della distribuzione uniforme e per via analitica nel caso di una distribuzione dei raggi cosmici dipendente dal quadrato dell'angolo azimutale  $\theta$ .

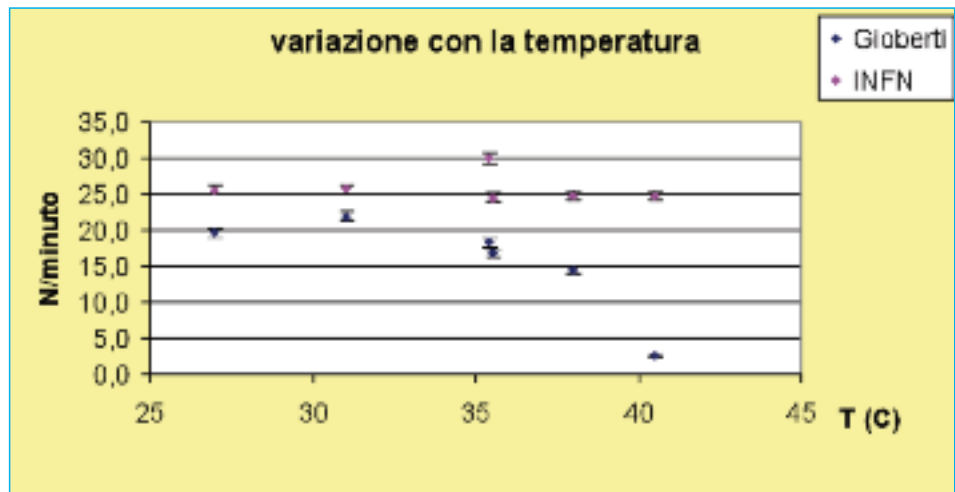


Figura 3 – Conteggi rivelati in funzione della temperatura ambiente. I conteggi in rosa sono della cosmic box di riferimento mantenuta a una temperatura di 23,5 °C.

di Samuele Straulino

*Dipartimento di Fisica  
e Astronomia, Università  
di Firenze*

# *Didattica della fisica nella scuola primaria*

## ESPERIENZE DIFORMAZIONE PER GLI INSEGNANTI

### SOMMARIO

È facilmente intuibile quale sia l'importanza di formare adeguatamente nelle discipline scientifiche gli insegnanti della Scuola Primaria; molto spesso, infatti, le “vocazioni” alla scienza nascono in giovanissima età. Presento l'attività svolta da alcuni studenti di Scienze della Formazione Primaria che hanno scelto di fare una tesi di Fisica, discutendo le tematiche proposte e i risultati ottenuti.

### RIFLESSIONI SULL'INSEGNAMENTO SCIENTIFICO NELLA SCUOLA PRIMARIA

Da qualche anno mi occupo, con alcuni colleghi fisici, della formazione dei futuri insegnanti della Scuola Primaria, tenendo lezioni di Fisica per il Corso di Laurea di Scienze della Formazione Primaria all'Università di Firenze. Oltre ai compiti istituzionali (corsi, laboratori, esami) ho seguito alcuni studenti che hanno scelto di realizzare tesi di laurea di argomento scientifico, basate su esperienze didattiche svolte con alunni della Scuola Primaria.

Come molte ricerche pedagogiche hanno messo in evidenza, lo studio delle scienze fornisce al bambino strumenti che contribuiscono a sviluppare le sue capacità di interpretare criticamente il mondo circostante. Tuttavia l'insegnante non deve consegnare all'alunno pensieri “già fatti”, ma aiutarlo a costruirsi una struttura mentale scientifica. Nella discussione collettiva l'insegnante stimola e modera gli interventi dei singoli, permettendo l'espressione individuale, l'ascolto reciproco e la contaminazione delle proprie idee con quelle altrui. Un'attenzione speciale va dedicata al linguaggio: infatti, i termini scientifici sono collegati alla conoscenza della fenomenologia e l'utilizzo di termini adeguati è un attivatore di conoscenze. Per questo l'educazione scientifica può diventare per lo studente una palestra di razionalità e di criticità.

In particolare gli alunni devono imparare gradualmente a:

- Osservare la realtà che li circonda, facendo attenzione a mettere in relazione fra loro oggetti e parametri (cogliendo regolarità, differenze, modificazioni);
- Descrivere l'osservazione con modalità che passano dalle forme illustrate o verbali all'uso del linguaggio matematico;
- Immaginare e progettare l'esperimento, per verificare le ipotesi proposte;



- Organizzare complessivamente il proprio modo di ragionare, per distinguere i fatti dalle interpretazioni<sup>1</sup>.

Anche se il tema dell'insegnamento delle scienze nella scuola italiana ha guadagnato spazio e attenzione negli ultimi decenni, già alla fine dell'Ottocento, nei primi Programmi della Scuola Elementare dell'Italia unita, troviamo pagine che mettono in evidenza con sorprendente modernità il ruolo e le caratteristiche dell'insegnamento scientifico, auspicando un'adeguata preparazione dei docenti che consenta loro una certa autonomia organizzativa:

*L'insegnamento di fisica e scienze naturali non deve fornire al maestro che il mezzo di attirare l'attenzione degli alunni sul mondo reale. La materia gli è offerta, si può dire, dai fenomeni e dai fatti, che gli alunni videro tante volte, ma non osservarono. Perciò questo insegnamento deve essere la continuazione di quell'analisi oggettiva, che serve di esercizio nei primi tre anni, con questo solo per giunta, che converrà sia più particolareggiato, più determinato e più pratico. Fatto a dovere, nulla può servire al maestro quanto questo per dare varietà, vivacità e freschezza alla sua istruzione, liberandola da quelle forme convenzionali e pedantesche, donde vengono agli alunni stanchezza e noia. Né, quantunque sia desiderabile che si trovino nella scuola il termometro, il barometro, una bilancia ecc., gli bisognano gabinetti, collezioni, od altri sussidi. La natura è in ogni luogo ed opera da per tutto secondo le stesse leggi. Quando il maestro non manchi di ingegno e di coltura, tutto può servirgli per dimostrarle<sup>2</sup>.*

Nel paragrafo seguente descrivo molto sinteticamente alcune di queste attività, per dare un'idea della tipologia e delle caratteristiche del lavoro svolto.

#### ESPERIENZE DIDATTICHE CON STUDENTI DI SCIENZE DELLA FORMAZIONE PRIMARIA

La studentessa Alessandra Terzuoli ha realizzato un progetto didattico sul cannocchiale<sup>3</sup>, facendo costruire agli alunni, con l'utilizzo di comuni lenti da occhiali, uno strumento non molto diverso per ingrandimento e qualità dell'immagine da quelli che Galileo aveva a disposizione nelle sue prime osservazioni del cielo (Fig. 1). Il percorso didattico svolto non aveva soltanto lo scopo di costruire il cannocchiale, ma era caratterizzato da molti altri aspetti interessanti, anche di carattere interdisciplinare. Alla fine del percorso gli alunni hanno osservato la Luna con i propri strumenti, come si può leggere nell'articolo pubblicato sulla rivista Science Scope [1]. Nella tesi della studentessa Alice Gori si descrivono invece le proprietà chimico-fisiche dell'acqua<sup>4</sup>. Gli alunni hanno potuto osservare e determinare in modo quantitativo le proprietà di solubilità di varie sostanze, comprendendo che l'acqua può nascondere in sé sostanze disciolte (Fig. 2). Inoltre hanno studiato il comportamento di vari oggetti riguardo al galleggiamento, arrivando a percepire la presenza della forza idrostatica e a studiarne le caratteristiche.



Figura 1: Un alunno fa osservazioni con il cannocchiale che ha costruito insieme con i suoi compagni.

1. Cfr. Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, 2012)

2. Dai "Programmi della Scuola Elementare" del 1888 (redatti da Aristide Gabelli)

3. Alessandra Terzuoli, Progetto di educazione scientifica in una Scuola Primaria: costruzione di un cannocchiale galileiano (Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze della Formazione, Università di Firenze, 2009. Relatore: S. Straulino)

4. Alice Gori, L'acqua e le sue proprietà chimico-fisiche: una proposta didattica per la Scuola Primaria (Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze della Formazione, Università di Firenze, 2009. Relatore: S. Straulino)



*Figura 2: Sostanze che gli alunni hanno disciolto in acqua per studiare il comportamento del miscuglio.*



*Figura 3: Lamine di sapone create dagli alunni: in questo caso si mette in evidenza la forza applicata sul contorno.*

La studentessa Sara Pennucci ha presentato agli alunni il fenomeno della tensione superficiale e le bolle di sapone<sup>5</sup>. Gli alunni si sono esercitati nella ricerca di una soluzione ottimale per realizzare bolle di sapone stabili e persistenti. Con la guida dell'insegnante hanno inoltre compreso quali sono le caratteristiche di questo fenomeno, arrivando a spiegare la forma delle bolle e delle lamine di sapone (Fig. 3).

L'aspetto laboratoriale e il lavoro di gruppo hanno caratterizzato questi lavori e altri dello stesso tipo che non ho qui ricordato. Il punto di forza di questi progetti sta proprio nel coinvolgimento diretto degli alunni che li ha resi partecipi delle loro "scoperte".

#### CONCLUSIONI

La motivazione e la competenza degli insegnanti della Scuola Primaria sono fondamentali per la buona riuscita di esperienze didattiche basate sul laboratorio. Nei casi descritti la valutazione finale ha rivelato un livello di apprendimento soddisfacente. Inoltre, tutti gli alunni che hanno partecipato a queste attività sono stati partecipi, entusiasti e desiderosi di approfondire.

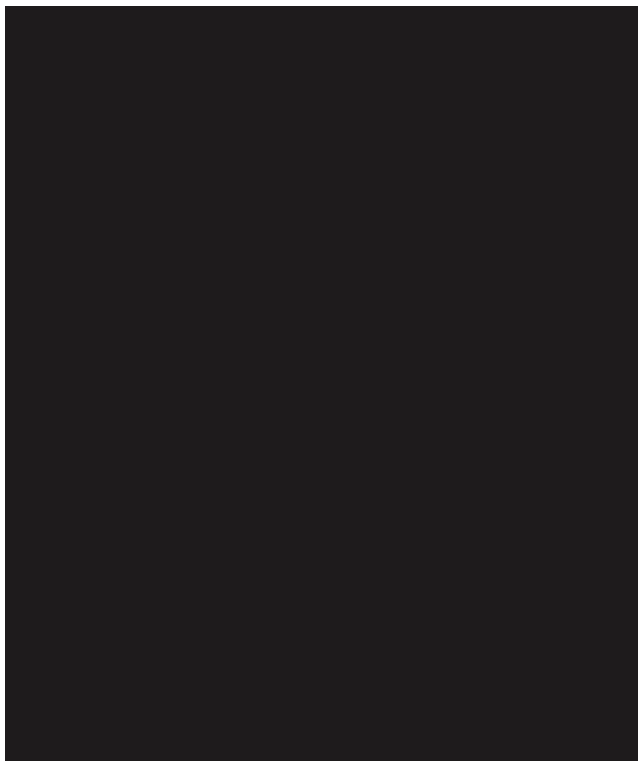
#### RINGRAZIAMENTI

Vorrei ricordare con riconoscenza i docenti di Fisica che hanno condiviso con me, negli ultimi anni, l'insegnamento di Fisica per Scienze della Formazione Primaria all'Università di Firenze: Lorenzo Bonechi, Marella De Angelis, Silvestro Raffone e Alberto Righini.

#### REFERENZE

[1] S. Straulino and A. Terzuoli, *Exploring Galileo's Telescope* – Science Scope 33 n. 7 (2010), 40 – 44

5. Sara Pennucci, Il mondo delle bolle di sapone: un percorso scientifico per la Scuola Primaria (Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze della Formazione, Università di Firenze, 2011. Relatore: S. Straulino)



di Beatrice Boccardi<sup>1,2</sup>  
Veronica Cavicchi<sup>1,3</sup>  
Franco L. Fabbri<sup>1</sup>  
Giliola Giurgola<sup>1,4</sup>  
Marcella Giulia Lorenzi<sup>7</sup>  
Giovanna Parolini<sup>1</sup>  
Renato Sartori<sup>1</sup>  
Amerigo Solari<sup>1</sup>  
Matteo Torre<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> *Esplica-no profit,  
Villafranca di Verona*  
<sup>2</sup> *Liceo Scientifico Arturo  
Labriola, Napoli*  
<sup>3</sup> *Liceo Scientifico San  
Bernardino, Chiari*  
<sup>4</sup> *Istituto Secondario 1°  
Mameli Alighieri,  
Albenga*  
<sup>5</sup> *Liceo Scientifico  
Paritario Alexandria,  
Alessandria*  
<sup>6</sup> *International  
Association for Media in  
Science*

# *Adotta Scienza e Arte nella tua classe*

## PROGETTO DIDATTICO-DIVULGATIVO PER LA SCUOLA. INTEGRAZIONE DI SAPERI E DE-FORMALIZ- ZAZIONE DEL PROCESSO DI APPRENDIMENTO

### ABSTRACT

Il progetto didattico-divulgativo *AdottaScienza e Arte nella tua classe* (<http://www.esplica.it/il-progetto>) coordinato dall'associazione "Esplica-no profit Laboratorio di divulgazione culturale e scientifica nell'era digitale" è rivolto alle scuole secondarie, medie e superiori. Il progetto vuole, da una parte, essere per una rivisitazione in classe dell'inscindibile legame tra scienza e arte, dall'altra, utilizzare proprio questo legame, e la sua dimostrata capacità divulgativa, come strumento per impegnare la creatività degli studenti in pratiche di classe volte ad avvicinarli alla fisica, alla matematica e, più in generale, alle discipline scientifiche. La missione di *Adotta* è trasmettere allo studente la percezione che una conoscenza di base della scienza è indispensabile a tutti i giovani, indipendentemente dalle specifiche scelte professionali. *Adotta* propone agli studenti, tramite i loro docenti, di scegliere una tra cento frasi famose attribuite a scienziati e filosofi su temi inerenti la scienza, l'arte e il rapporto scienza-arte. Gli studenti, ispirandosi alla citazione prescelta, al commento che le è associato, ai contenuti delle pratiche di classe e alle iniziative ancillari svolte dai docenti, sono invitati a realizzare un'opera grafica originale accompagnandola con una frase interpretativa. Le opere degli studenti sono esposte in rete, sottoposte al giudizio del "mi piace" e a quello di una commissione di esperti. Il progetto si basa nelle sue due fasi sugli elementi qualificanti per una efficace e moderna didattica: quello dell'integrazione delle discipline e quello della de-formalizzazione del processo di apprendimento. La commistione arte e scienza, l'appeal delle frasi famose, il dibattere di scienza promuovendo la creatività inducono lo studente ad affrontare questo momento didattico senza caricarlo di quel preconcetto di tediosità che egli generalmente attribuisce all'apprendimento delle discipline scientifiche. La sfida creativa proposta e la competizione sul web migrano la concatenazione arte-scienza-arte sulla rete decontestualizzandola e integrandola in un ambiente ove il giovane, nato digitale, si sente attore e cittadino. Infine sulla rete lo studente, promuovendo viralmente la propria opera diviene agente diretto di un'azione di popolarizzazione che travalica i confini della scuola.

### ADOTTA SCIENZA E ARTE NELLA TUA CLASSE: STRUTTURA E ATTIVITÀ

Il progetto, destinato alle classi secondarie, medie e superiori, presentato per la prima volta al XI Congresso Interazionale Aplimat 2012 [1] dalla associazione *Esplica-no profit*

[2], ha come tematica dichiarata quella di rendere i giovani studenti consapevoli che il legame tra scienza e arte costituisce un indissolubile elemento caratterizzante l'evolversi della società. La storia testimonia, infatti, che l'intrecciarsi di arte e matematica e di arte e fisica è presente nei capolavori di tutti i tempi. Si pensi ad esempio come le teorie di Poincaré e di Penrose, hanno influenzato le opere di Escher sull'organizzazione dello spazio-tempo. La musica da Pitagora a Cartesio, dalle esperienze dodecafoniche a quelle frattali, da Schönberg a Pierre Boulez e Xenakis, è stata spesso esperienzialmente legata alla matematica e alla fisica. Feyerabend, con Popper e Kuhn, uno dei grandi filosofi della scienza del '900, riconosce -non occasionalmente- nei suoi lavori, un'unicità creativa tra scienza e arte [3]. Questo legame costituisce un mezzo efficace di divulgazione della scienza che, in prospettiva didattica, ha anche il grande pregio di realizzare quella visione interdisciplinare auspicata in tutti i piani di studio scolastici. Il progetto Adotta si articola in due distinte fasi, la prima si sviluppa in classe e la seconda sulla rete e sui social network. Nella pratica di classe il docente sottopone all'attenzione degli studenti "100 +1 frasi famose sulla scienza," una collezione di frasi famose selezionate e commentate realizzata specificatamente per il progetto Adotta. Ad ogni alunno è richiesto di scegliere una frase ed esprimere la propria creatività realizzando un'opera grafica ispirata alla frase scelta, seguita da un commento personale. Ovviamente ogni docente sviluppa la pratica di classe adattandola al corso di studi, al programma curriculare e alla preparazione degli alunni. In alcuni casi seleziona egli stesso un set di frasi tra le cento da proporre allo studente. Spesso il progetto è svolto in collaborazione tra docenti, generalmente di scienze e arte. Viene sviluppato sia in ore curricolari che in corsi di eccellenza, facoltativi per lo studente. L'attività di classe è spesso accompagnata da attività ancillari (seminari tematici, visite museali, mostre delle opere degli studenti ...). Le opere realizzate sono inviate in formato digitale ad Esplica, la quale provvede a pubblicarle sul web dando così inizio alla seconda fase del progetto. Attraverso i social network (Facebook, Skype, Twitter,...), i giovani, nell'intento di promuovere la loro opera, comunicheranno la loro esperienza in Adotta, parlando di scienza e del rapporto scienza-arte. Queste opere rimarranno visibili su Facebook per diversi mesi. Gli autori delle opere che riceveranno il maggior numero di "mi piace" saranno premiati in un evento nazionale finale unitamente a quelli selezionati da una giuria di qualità composta da artisti, scienziati e docenti [8].

#### **ADOTTA SCIENZA E ARTE NELLA TUA CLASSE: LE FRASI FAMOSE SULLA SCIENZA**

La raccolta "100 +1frasi famose sulla scienza" comprende citazioni di scienziati, artisti, filosofi e storici della scienza riferite a tematiche scientifiche, o artistico-scientifiche. La raccolta non costituisce un saggio ispirato da criteri storici o da tendenze epistemologiche. Pur non essendo un libro di testo essa è stata tuttavia compilata e commentata riferendosi alle specifiche necessità del progetto. Costituisce un atlante ove si raccolgono varie configurazioni, prospettive e mappe da cui lo studente motivato può trovare un valido spunto creativo mentre il docente può ricavare idee e suggerimenti per la pratiche di classe del progetto. Particolare attenzione è stata dedicata alla correttezza delle fonti (a ogni frase è associata una fonte controllabile e verificata) affinché esse siano utilizzabili per successive citazioni del docente o consentano di verificare il testo in lingua originale per eventuali utilizzi dei docenti di discipline linguistiche. Tra le citazioni presenti nel documento la

maggior parte fa riferimento alla fisica moderna (meccanica quantistica e relatività). Uno spazio significativo è dato anche al rapporto tra scienza, arte e filosofia. Le scoperte recenti sono ricordate tramite le frasi dei ricercatori che le hanno effettuate. Riportiamo qui due delle frasi unitamente ai loro commenti.

*Ciò che osserviamo non è la natura ma la natura esposta al nostro metodo di indagine.*

Werner Carl Heisenberg (1901 - 1976). Fisico tedesco. Nobel per la fisica nel 1927. Principio di indeterminazione, approccio matriciale alla meccanica quantistica. Divulgazione della scienza: Fisica e oltre. Oltre le frontiere della scienza. Ref.: Heisenberg Werner C., Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science. Prometheus Book, 1999 (1958).

Commento: Heisenberg, uno dei padri della meccanica quantistica, riafferma che le conoscenze scientifiche non si basano sull'osservazione diretta della natura, ma sull'osservazione delle risposte della "natura soggetta al nostro metodo d'indagine". Le risposte sono interpretate in un modello del mondo che noi ipotizziamo e risentono della partecipazione dell'osservatore stesso alla fase di misura e alla sua modellizzazione. La "natura" delle cose osservate non è essenziale quanto la relazione tra le cose, la loro correlazione nello spazio e nel tempo. I concetti che descrivono gli oggetti fisici, atomi, particelle, cambiano con l'evolvere delle teorie. Le relazioni, ovvero le leggi, restano capisaldi, strutture del nostro edificio. Abbiamo raggiunto piena consapevolezza di questo operando a livello sub-atomico nell'ambito della meccanica quantistica. A livello macroscopico questa differenza tra la natura e il modello che ne ricaviamo, per quanto il modello sia straordinariamente predittivo, non deve mai farci dimenticare che la scienza ci fornisce un modo per operare sulla natura, mai un algoritmo per decifrarla. (F.L.F.) [4]

*Ma non c'era nessuno a guardare.*

Steven Weinberg (1933 - vivente). Fisico teorico americano. Premio Nobel per la fisica nel 1979. Interazione elettrodebole. Ref.: Weinberg, Steven, I primi tre minuti. Mondadori, 1986 (1977).

Commento: Un centesimo di secondo dopo il Big Bang la temperatura dell'universo era di centomila milioni di gradi centigradi, esso era popolato solo di particelle elementari e delle corrispondenti antiparticelle ed era, allo stesso tempo, pieno di luce. Particelle e antiparticelle, scontrandosi fra loro si annichilavano in quanti di luce che si riconvertivano poi in coppie particella-antiparticella. A mano a mano che l'esplosione continuava, la temperatura decresceva – trentamila milioni di gradi centigradi dopo circa un decimo di secondo, diecimila milioni di gradi dopo un secondo, tremila milioni di gradi dopo 14 secondi. Alla fine dei primi 3 minuti, la temperatura era di mille milioni di gradi centigradi. E' allora che si sono formati i primi elementi, l'idrogeno, l'elio. Dopo qualche centinaia di migliaia di anni, l'universo continuava a raffreddarsi, e sotto l'azione della gravitazione si andavano formando ammassi, galassie, stelle, in un processo che continua da 14 miliardi di anni. Come è stato possibile delineare questo scenario? I pezzi del puzzle cosmologico sono andati a posto a poco a poco. Nel 1929 Edwin Hubble osservò il redshift, lo spostamento verso il rosso degli spettri galattici, e l'interpretò come un allontanamento delle galassie fra loro. Era il primo tassello a confermare dell'ipotesi del Big Bang. La scoperta di Penzias e Wilson della radiazione di fondo aggiunse precisione al quadro.

Negli ultimi cento anni l'astrofisica si è evoluta sulla base di scoperte effettuate dai fisici agli acceleratori di particelle, che hanno portato al Modello Standard. Weinberg ritiene un vanto della moderna astrofisica l'accettazione del Modello Standard, "un tributo all'essenziale oggettività" della scienza la quale ha modificato la sua visione "non attraverso cambiamenti di tipo filosofico, ma sotto la spinta dei dati empirici". (B.B.) [4]

Le citazioni di scienziati e artisti famosi vengono proposte dal progetto Adotta come uno strumento didattico efficace, totalmente innovativo da un punto di vista pedagogico. Feynabend sosteneva: l'insegnamento deve fondarsi sulla curiosità e non sul comando e il docente è chiamato a stimolare questa curiosità e non a fondarsi su un metodo fisso[5]. Per sviluppare la creatività degli studenti occorre addestrarli ad attivare forme di funzionamento mentale non abituali. La soluzione creativa di un problema risiede nel considerarlo da un differente punto di vista in modo che emergano nuove relazioni[7]. E' proprio ciò che si realizza nelle pratiche di classe di Adotta. L'utilizzo delle frasi celebri costituisce un aggancio efficace, non solo nell'ambito della divulgazione scientifica [6], ma anche in quello più propriamente didattico. Legando scienza e arte si sviluppa una esperienza originale di integrazione di saperi che propone nuove interrelazioni di pensiero. La sfida creativa proposta allo studente e la localizzazione finale sulla rete che vede lo studente attore autonomo, realizzano un valido esempio di de-formalizzazione guidata del processo educativo formale.

#### **ADOTTA SCIENZA E ARTE NELLA TUA CLASSE: SVILUPPO E PROSPETTIVE FUTURE**

Alla data di pubblicazione di questo articolo, il progetto starà volgendo alla conclusione e avrà coinvolto più di 43 istituzioni scolastiche distribuite in 27 città di 11 regioni italiane (Piemonte, Toscana, Lombardia, Puglia, Calabria, Campania, Veneto, Sicilia, Liguria, Marche, Basilicata) per un totale di 112 docenti partecipanti. Gli studenti coinvolti sono più di 1200 suddivisi in 80 classi Adotta, dove per classe Adotta si intende un gruppo di alunni che provengono tutti della stessa classe (livello e Istituto), ovvero che pur provenendo da classi differenti, ricevono le stesse pratiche didattiche Adotta (attività e docenze). Adotta è stato premiato al XCVIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica come migliore comunicazione nella sezione Didattica e Storia della Fisica [9].

Si sta valutando la possibilità di estendere Adotta in Europa [10].

Il progetto Adotta Scienza e Arte nella tua classe persegue un obiettivo didattico-divulgativo ambizioso, quello diffondere la convinzione che l'educazione scientifica è fondamentale per tutti, in particolare per le nuove generazioni, nella consapevolezza che, come proclama l'UNESCO, la Scienza è per tutti e di tutti [11], [12].

---

### *Bibliografia*

- [1] Fabbri F., Parolini G., Sartori R., Boccardi B., Giurgola G., Adotta Scienza e arte nella tua classe a project of mathematics and physics popularisation in the italian middle and high school, Aplimat 2012, XI International Conference, Bratislava 7-9 Feb. 2012.
- [2] [www.esplica.it](http://www.esplica.it)
- [3] Feyerabend P., La scienza come arte, Laterza, 1984.
- [4] Boccardi B., Cavicchi V., Fabbri F.L., Giurgola G., Lorenzi M.G., Parolini G., Sartori R., Solari A., Torre M., 100 +1 Frasi famose sulla scienza, Esplica -no profit, 2012
- [5] Feyerabend P., Contro il metodo, Feltrinelli, 2002.
- [6] Boccardi B., Cavicchi V., Fabbri F.L., Giurgola G., Lorenzi M.G., Parolini G., Sartori R., Solari A., Torre M., The undienable opportunity of famous quotes on science to provide great understanding of deep thinking of their authors, Aplimat 2013, XII International Conference, Bratislava, Febbraio 2013.
- [7] Antonietti A., Pizzingrilli P., Come sviluppare la creatività nei bambini: le indicazioni di un programma di ricerca, Synergies Europe, n°4, 2009, pag. 151-166.
- [8] Torre M., Adotta scienza e arte nella tua classe, a popularisation and educational project for 2012-2013, Nuovo Cimento C, Vol. 36, 2013 (in preparazione).
- [9] <http://www.sif.it/attivita/congresso/xcviii/comunicazioni>
- [10] Fabbri Franco L., Boccardi Beatrice, Cavicchi Veronica, Giurgola Giliola, Lorenzi Marcella Giulia, Parolini Giovanna, Sartori Renato, Solari Amerigo, Torre Matteo: Can Adotta scienza e arte nella tua classe migrate to europe?, Aplimat 2013, XII International Conference, Bratislava, 5-7 Feb. 2013
- [11] <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001207/120706e.pdf>
- [12] <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001181/118131e.pdf>





Buson  
Cicerone  
Mangano  
Delmastro  
Dorigo  
Filippelli  
Colaiacovo  
Fragona  
Boeck  
Trilling  
Russo  
Faccini  
Li Causi  
Mancini  
Mazzitelli  
Organtini  
Piselli  
Paccagnella  
Patteri  
Bagnasco  
Mautino  
Ferrero  
Fabbri

*11 ottobre 2012*

Sessione 1 I mass-media: fisica e informazione

Sessione 2 Il web 2.0 e oltre: nuovi linguaggi

di Elisa Buson

*Giornalista, Agenzia  
Ansa*

# *Il “megafono” della comunicazione scientifica*

## L'AGENZIA DI STAMPA

Comunicare la scienza significa far sgattaiolare la scoperta fuori dai laboratori, in modo che possa camminare sulle proprie gambe per arrivare alla gente della strada con un linguaggio semplice e accessibile. Perché questo riesca, serve un megafono potente, capace di amplificare la voce del ricercatore così da farla arrivare a più orecchie possibili senza mai distorcerne il messaggio. È questa la funzione dell'agenzia di stampa, che ogni giorno vaglia minuto per minuto le ultime novità dal mondo della ricerca “made in Italy” e internazionale per confezionare notizie e servizi destinati al mondo dei mass media, dal piccolo gazzettino locale fino ai grandi quotidiani nazionali, dalle televisioni al web.

Il giornalista d'agenzia è come un equilibrista, chiamato a dare le notizie prima di tutti, scrivendole in modo sintetico ma completo, semplice ma rigoroso.

L'Ansa (Agenzia Nazionale Stampa Associata) è la prima agenzia di stampa in Italia e tra le prime al mondo. Fondata nel 1945, può contare oggi sul contributo di circa 400 giornalisti distribuiti tra 22 sedi in Italia e 79 all'estero, localizzate nelle principali città europee, così come negli Stati Uniti, nell'America del Sud, in Africa e Asia.

Non solo cronaca, politica e attualità: anche la scienza ha sempre ricoperto un ruolo di primo piano all'Ansa, che nel 1974 è stata il primo organo di stampa italiano a istituire un servizio specializzato nell'informazione scientifica. Da allora il flusso di notizie non si è mai interrotto, e settimanalmente viene anche pubblicato un notiziario specializzato in scienza e tecnologia. L'interesse è talmente cresciuto negli anni, che nel 2011 Ansa ha deciso di dare ancora più spazio alla scienza dedicandole un canale tematico del suo sito internet ([www.ansa.it/scienza](http://www.ansa.it/scienza)), con una pagina interamente pensata per i ragazzi.

Il giornalista d'agenzia ha dunque un ruolo cruciale nella diffusione dell'informazione scientifica: rappresenta infatti un vero e proprio ponte tra il mondo della ricerca e il grande pubblico. Tre le principali fasi del suo lavoro: la ricerca della notizia, la sua preparazione e stesura, e infine la diffusione.

Partiamo dunque dalla “caccia” alla notizia. Le fonti (attendibili e verificabili) sono molteplici: si va dagli stessi ricercatori, con i quali si crea un rapporto di conoscenza reciproca e collaborazione negli anni, agli enti di ricerca, fino ai congressi e alle grandi riviste scientifiche internazionali come *Science* e *Nature*. Una volta individuata la novità che costituirà il cuore della notizia, si passa alla sua elaborazione. Tre le regole d'oro da rispettare: usare un linguaggio quotidiano anche per spiegare gli argomenti scientifici più ostici; in-

trodurre i termini tecnici solo dopo averli spiegati; usare esempi accessibili a tutti per chiarire anche i concetti più astratti. Si parte quindi con un titolo chiaro e accattivante in 60 caratteri, un'introduzione breve che contiene tutte le informazioni necessarie, per proseguire poi con interviste agli esperti e approfondimenti. In questo modo si possono scrivere notizie semplici, sintetiche ma complete, come pure servizi più lunghi, pronti per essere messi in pagina dai giornali, accompagnati da schede di approfondimento e box. Si giunge infine all'ultimo passaggio: la diffusione della notizia. A seconda della portata della notizia e dell'interesse che può suscitare, ogni lancio viene trasmesso con una diversa priorità: normale (codice R), urgente (U), urgentissimo (B), e flash (F).

# *Vendere la fisica ai giornali*

## ABSTRACT

Per i quotidiani la fisica è spesso un argomento ostico, eccessivamente teorico o associato a catastrofi e allarmismo. Ma sono legate alla fisica anche le ricerche sull'origine dell'universo, le esplorazioni spaziali, molte conquiste della tecnologia e della medicina e molti personaggi interessanti. La fisica ha una storia da raccontare: come convincere i giornalisti a starla a sentire?

Può essere un dialogo difficile, quello tra fisici e media: soprattutto quando non si tratta dei - pochi - giornalisti specializzati, ma di cronisti che si trovano a scrivere di scienza e di molto altro o che rispondono alla "chiamata" di un caporedattore. Per rendersene conto basta scorrere una rassegna di titoli dedicata - senza alcuna pretesa di completezza - a temi che hanno a che vedere più o meno direttamente con la fisica. Si parla di "incubo nucleare"<sup>1</sup> o di meteoriti, di grandi scoperte - il Bosone di Higgs - o di grandi imprese interpretate più o meno correttamente - gli esperimenti al Cern o ai laboratori del Gran Sasso. Oppure di star della scienza come Stephen Hawking, oltre naturalmente al premio Nobel che giustifica almeno una volta all'anno l'attenzione per un tema percepito come estraneo agli interessi della maggioranza dei lettori. Nonostante lodevoli sforzi di divulgazione come, per fare solo qualche esempio, i saggi dedicati alla fisica di Star Trek, di Harry Potter più recentemente, grazie al fisico statunitense Rhett Allain della Southeastern Louisiana University, perfino del popolare gioco Angry Birds<sup>2</sup>.

Il problema è dunque quello di indurre i media a separare l'immagine della fisica - più in generale della scienza, ma questo ragionamento ci porterebbe lontano - da quella di eventi catastrofici. A cancellare una volta per tutte l'immagine dello scienziato visto come una persona impegnata a discutere teorie astruse o a organizzare esperimenti complessi, costosi e a volte pericolosi. E soprattutto, a capire e far capire quanto la fisica e i suoi progressi possano riguardarci da vicino

Superando la difficoltà di fare dialogare tra loro due mondi - quello del giornalismo e quello della ricerca - che partono da principi molto diversi tra loro e apparentemente inconciliabili. La stampa tende a preferire gli eventi eccezionali, "unici" - l'uomo che morde il cane - ed è portata a semplificare, generalizzare, a parlare di "tragedie" o di "miracoli". La scienza al contrario procede per tentativi, per prova ed errore. Non dà - o almeno

1. <http://www.legambiente.it/rassegna-stampa/2011-03-15/incubonucleare-fukushima>

2. <http://www2.southeastern.edu/Academics/Faculty/rallain/>

non dovrebbe dare - risposte definitive. In più può apparire astrusa, specialmente quando si tratta di una materia come la fisica che ha un suo linguaggio fatto di concetti astratti e spesso di formule matematiche che i giornalisti spesso non capiscono e in genere non apprezzano (i soli numeri che i giornalisti amino davvero sono le statistiche). Inoltre il percorso della ricerca è graduale e complesso, e i progressi spesso meno eclatanti di quanto piacerebbe a chi debba titolare un articolo o un servizio. Le domande senza risposta sono ancora molte, moltissime: “e per fortuna!”, pensano i ricercatori, ma dal punto di vista di un giornalista una notizia fatta di “ipotesi” e di “forse”, semplicemente, non è una notizia.

Eppure non tutto è perduto. Intanto perché, da un certo punto di vista, si può dire che anche i giornalisti - almeno quelli che prendono sul serio il loro mestiere - in fondo non sono altro che ricercatori. «Ricerca scientifica e giornalismo hanno molto in comune: parti da un dato o un'ipotesi, fai ricerche, raccogli elementi, e cerchi di trovare una risposta al problema» scrive Zerah Lurie, un giovane fisico che ha vinto una borsa di studio in giornalismo dell'American Physical Society<sup>3</sup>.

Ma soprattutto perché la fisica è molte cose diverse: fisica sperimentale e teorica, fisica matematica, fisica nucleare, astrofisica, cibernetica, fisica medica, geofisica, fisica statistica e altro ancora. E quindi la realtà di chi si occupa di fisica ha a che vedere con problemi più che concreti, come ambiente, tecnologia, salute, economia, informatica. Ed è molto lontana dall'immagine superficiale del ricercatore perso in calcoli astrusi. Purché chi si occupa di comunicare fisica riesca a far arrivare questo messaggio a chi di dovere.

Qualche esempio? Il primo Nobel per la fisica è stato Wilhelm Roentgen<sup>4</sup> che ha vinto il premio nel 1901 per la scoperta dei raggi X, in altri termini per aver messo le basi della tecnologia che ci permette di radiografare l'interno del nostro corpo (e non solo). E ai Nobel per la fisica, oltre a quello che sappiamo sull'Universo, dobbiamo anche la radio, l'energia nucleare, l'esplorazione dello spazio, il laser, il 3D, la TAC, la TV, Internet, i codici a barre, i computer, i telefoni cellulari, i pannelli solari, la risonanza magnetica, i treni a levitazione magnetica, la fotografia digitale e altro ancora.

Considerata da questa prospettiva, la fisica smette di essere invisibile: le storie da raccontare sono moltissime, spesso affascinanti e direttamente connesse alla vita di ognuno di noi. Senza dimenticare i personaggi che ci sono dietro. Dal celeberrimo Hawking, noto per il coraggio con cui sfida la malattia più che per i suoi studi, a molti altri. Posso a questo punto menzionare un'esperienza personale, dato che per diversi anni ho seguito la comunicazione di “10 Nobel per il futuro”, l'evento che negli anni '90, a Milano, ha fatto incontrare scienziati e cittadini per discutere di ricerca e società. Tra i tanti personaggi che ho avuto il compito - e l'onore - di raccontare ai colleghi perché a loro volta potessero scriverne ci sono stati Murray Gell Mann, Sheldon Glashow, Arno Penzias. Vincitore del premio per i suoi studi sulle particelle elementari - è stato lui a trovare la definizione di quark, Gell Mann<sup>5</sup> è stato ribattezzato dai media “l'uomo dai cinque cervelli”: un personaggio affascinante per la sua storia di bambino prodigo e di uomo eclettico dalle conoscenze straordinarie<sup>6</sup>. Tra i suoi interessi, oltre alla fisica delle particelle e alla teoria della complessità di cui si è occupato negli ultimi anni, ci sono l'archeologia, l'arte, le lingue orientali - è il tipo di persona che ordina in cinese al ristorante cinese - e altro ancora, tutte caratteristiche che ne fanno un personaggio di indubbio fascino anche per i

3. [3\)http://www.aps.org/publications/apsnews/200410/journalism2.cfm](http://www.aps.org/publications/apsnews/200410/journalism2.cfm)

4. [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1901/roentgen-bio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1901/roentgen-bio.html)

5. <http://www.edu365.com/aulanet/omsoc/visions/documentos/murraygellmann.htm>

6. [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1969/gellmann.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1969/gellmann.html)

non addetti ai lavori. Più difficile appassionare i non specialisti alle ricerche di Sheldon Glashow<sup>7</sup>, premiato insieme a Steven Weinberg per la teoria elettrodebole, anche se in questo caso potevo contare sul “fattore umano”, ovvero sul garbo e la disponibilità del personaggio (anche questi elementi pesano): fu Glashow stesso a fornirmi involontariamente la “chiave” per raccontarlo, tirando fuori matita e taccuino dalla tasca e spiegando con un sorriso “ecco il mio laboratorio”. Raccontare il “fisico” con il laboratorio nel tascino” è stata un’opportunità per spiegare che accanto alla scienza delle grandi macchine e dei grandi esperimenti esisteva un’altra fisica, meno eclatante forse ma non meno importante. Quanto ad Arno Penzias<sup>8</sup>, l’avventura partita con la necessità di sistemare un’antenna per comunicazioni satellitari che emetteva un rumore strano e culminata con la scoperta del rumore di fondo dell’universo, che mi ha raccontato e permesso di raccontare, è un’opportunità straordinaria per fare capire quanto il caso - la serendipity - e le intuizioni geniali giochino un ruolo importante nella storia della scienza<sup>9</sup>. Ovviamente, non sempre si hanno a disposizione storie così eclatanti e personaggi tanto famosi. Ma in ogni caso ci si può impegnare per rendere interessanti le storie di fisica che vogliamo raccontare. Intanto, ricordando di contestualizzare: in quale ambito si inserisce questa ricerca? È già possibile ipotizzare ricadute pratiche, o quanto meno ci sono ricerche simili che ne hanno avute? È sempre opportuno poi prepararsi a rispondere a domande sui tempi - di realizzazione della ricerca, di sua traduzione in un progetto pratico - e sui costi. E poi offrire la possibilità di un contatto con le persone che stanno dietro la ricerca, per una testimonianza dal vivo, cogliere l’occasione per stabilire con i media un contatto da mantenere e coltivare nel tempo.

E soprattutto spiegare, spiegare, spiegare...



7. [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1979/glashow-autobio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1979/glashow-autobio.html)

8. [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1978/penzias-autobio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1978/penzias-autobio.html)

9. [http://www.repubblica.it/scienze/2010/10/15/news/seconda\\_stella\\_a\\_destra\\_vite\\_astronomi-8058923/](http://www.repubblica.it/scienze/2010/10/15/news/seconda_stella_a_destra_vite_astronomi-8058923/)





di Girolamo Mangano

*Giornalista, Rai 3  
Tg Leonardo*

# *Fisica e media 1*

Grazie, bosone, grazie professor Higgs, e grazie anche a colui che si inventò – con un'esclamazione non proprio voluta ma felice – un'imprecazione che alla fine è suonata come "particella di Dio". È andata così a finire su tutti giornali, su tutte le tv – la caccia pluridecennale al campo e al bosone di Higgs. E ora tutti sanno –almeno – che non ha prodotto un buco nero attorno a Ginevra – come si era anche detto - e l'anello LHC, è ancora lì pienamente al lavoro. Una minoranza di studenti, di appassionati che sono andati oltre la televisione o i titoli dei giornali, sanno – in più – che esso spiega perché dà un senso alla materia. Il gran lavoro di migliaia di fisici, della macchina acceleratrice più grande e potente del mondo, rimangono sullo sfondo. Tutto il battage informatico - se non è servito molto a spiegare eventi e novità e nozioni di fisica - è servito a renderla un po' più popolare. Che è pur sempre qualcosa. Giornali e tv e media hanno in Italia una certa difficoltà a comunicare scienza in generale. Un compito ben più facile se si parla di medicina, e ciò è ben spiegabile. Si comunica rapidamente anche – seppur in modo improvvisato, approssimativo, a flash – quando si parla di OGM, organismi geneticamente modificati, o di energie e centrali nucleari. E anche qui la spiegazione è ben facile: ansia e paura sono dei grandi comunicatori di scienza. Non scienza esatta - bensì scienza di paura.

Più difficile per i media è il compito di offrire e distribuire notizie, spiegazioni, divulgazioni in modo più esaustivo, completo. La fisica occupa un posto particolare nel campo dell'informazione: è per lo più affascinante per il pubblico. E nella versione scritta può essere seguita con maggiore o minore gradimento - o interesse. Nella versione televisiva comporta una difficoltà in più: quella di essere visualizzata. Così, se si parla di bosone, devi farlo vedere, un qualcosa invisibile all'obiettivo della telecamera. Con una videografia, dunque, con un disegno animato. O puoi effettuare delle interviste, o puoi mostrare il CERN, dei tubi, tunnel sotterranei, o gli immensi rivelatori. Ma è un continuo esercizio di abilità per i giornalisti tv. Trovato il tema da raccontare, e gli intervistati da avvicinare, occorre mostrare rendere "televisive" le particelle e le loro famiglie. Che impresa. La fisica televisiva, comunque funziona, attrae. Ma diventa ancora più attraente se - anche qui - si crea un "campo magnetico" efficace in tv, l'ansia, del bosone, anni fa, poco importava. E perfino offrire un servizio al caporedattore era un'impresa ardua. Ma una felice "denominazione", la "particella di Dio" lo hanno reso una vedette scientifica. E ancor più

quando qualcuno (uno scienziato, non un giornalista), avanzò l'ipotesi che LHC alla ricerca di Higgs, avrebbe potuto creare un buco nero attorno sotto o vicino Ginevra. Allora sì, che il bosone diventa notizia da media, da tv di prima serata.

Ma al di là del sensazionale, e dell'iperbole, la fisica è riuscita a sfondare, a bucare lo schermo tv. Merito della divulgazione ben fatta di Piero Angela, merito della scienza che comunque è diventata più popolare su tutti i media, su giornali e riviste, pur con tutte le sbavature e i passi falsi. Colpa non sempre tutta di giornalisti, come vedremo. Problemi di divulgazione discendono anche dai costi. L'illustrazione digitale, gli studi virtuali, che aiutano i divulgatori, hanno fornito un grande aiuto, ma sono costosi - molto. E richiedono preparazioni lunghe, macchinose. E i budget sono quelli che sono. E fare le cose in casa, per una tv come la Rai, non è facile. Portare le truppe dove si fa la fisica (istituzioni, università, centri di ricerca, acceleratori) costa molto. Ed è costoso dunque anche gli scienziati italiani: bisogna andare sul posto. E gli sponsor non soccorrono in campo scientifico. A differenza delle trasmissioni sportive. Ecco il senso del servizio pubblico televisivo. Se ci si accontenta dei filmati e documentari e servizi stranieri comprati, i costi decrescono, ma così il prodotto rimane standardizzato – ancorché di livello buono, ottimo. In molti casi, le tv piccole e medie, acquistano sul mercato i reportages, poi li adattano. Ed è un modo, questo, per diffondere notizie e conoscenze scientifiche. Ma si stabilisce anche una dipendenza dall'estero che influisce anche su gusti e cultura. Produrre in casa, è un'impresa.

#### GIORNALISTI E SCIENZIATI

Il giornalista - per definizione - racconta dei fatti. Che segue personalmente; oppure ascolta testimoni, o protagonisti, cioè i ricercatori che parlano di sé e del loro lavoro testimoni dunque interessati, e a volte difficili. Spesso raccontano di cose ardue, ostiche, a volte invisibili se non con i loro stessi occhi e strumenti. A volte - appunto, - ci ritroviamo nel ruolo di cronisti dei progetti o di teorie dei fisici. O di risultati approssimativi, non ancora certificati. La disavventura dei neutrini e del Gran Sasso ha fatto il giro del mondo. Ah, quale pesante carico sulle spalle dei cronisti.

L'obbligo del rigore a tutti i costi compete al ricercatore piuttosto che al divulgatore a cui è affidata la missione di sollecitare - solleticare - l'opinione pubblica con notizie curiose. Il coraggio di raccontare dunque - con tutti i rischi che ciò comporta - è un rischio che qualcuno, il giornalista, si deve accollare. Il prezzo è alto: da una parte il rischio di essere imprecisi, di incorrere nel biasimo degli scienziati. I rischi sono imprecisione, fretta, superficialità, debolezza di fronte al richiamo del plauso del pubblico. Sull'altro fronte, gli uomini di scienza rigorosi, ma meno preparati a spiegare a illustrare. Gli scienziati hanno due problemi: difficoltà a divulgare (non tutti per fortuna) e tendenza allo scetticismo per i lavori altrui. Sono testimone diretto di quanto fascino possa esercitare una telecamera al momento di entrare in un laboratorio o in un'istituzione scientifica.

#### SCIENZIATI E SCOOPS

Difficoltà doppia, salto triplo per il cronista scientifico quando il racconto di una scoperta, di un'idea, di un'eclatante realizzazione, avviene ad opera di ricercatori o scienziati desiderosi di far conoscere il loro operato. O quando la "domanda" dipende dal pubblico è

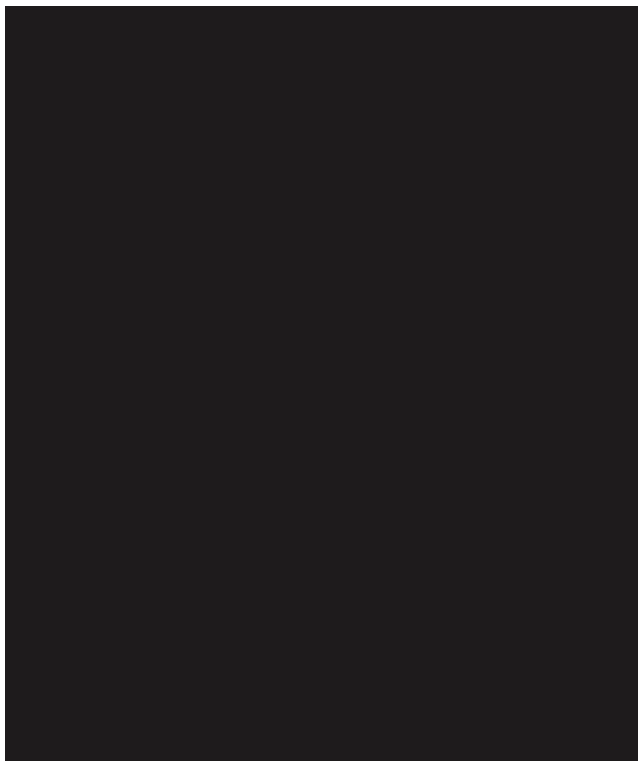
molto forte. Come si comporterà allora l'operoso divulgatore - solo con il suo taccuino - quando visita università e laboratori e istituzioni scientifiche alle frontiere del sapere, con scienziati che gli raccontano cose mirabolanti? Come valutare? Ha un compito importante ma arduo, perché dovrà discorrere con genetisti senza essere un genetista, con fisici atomici senza essere ingegnere nucleare, e dovrà cercare di capire - il giorno seguente - il mondo dei quanti e e lo spazio-tempo, Planck e Einstein, l'universo quantistico e quello einsteiniano senza essere né astronomo né cosmologo. Eppure, la verifica di fatti e idee dovrà pur essere eseguita, prima della sua divulgazione. La praticaccia, l'esperienza, oltre che una certa formazione di base dovranno soccorrerlo. Ma soprattutto, la verifica con altri esperti. Ecco dunque tornare la regola base: il confronto. Ma come fare quando neppure la comunità scientifica non ha raccolto sufficienti informazioni rispetto a una scoperta che si annuncia eclatante? Diffondere o no una notizia improvvisa e incerta? Un'attesa eccessivamente lunga - in taluni casi - è quasi un'omissione.

Un esempio: ricordo bene, e con un certo brivido, quando raggiunsi Sophia-Antipolis, con la mia troupe del TG Leonardo. Nei loro laboratori tra le pinete della Costa Azzurra, ci aspettavano Martin Fleischmann e Stanley Pons, freschi dell'annuncio - nel 1989 - di aver conseguito la "fusione fredda". Quanto clamore lo ricorderete tutti - poco dopo l'annuncio dei due scienziati - relativo alla possibilità di reperire energia pulita e infinita. L'attesa è andata delusa - per ora così sembra - anche se in diversi centri, per la cronaca, le ricerche continuano e la disputa non è finita. Eppure sarebbe stato un errore non parlarne, non ascoltarli, non intervistarli. E tacere - in attesa di conferme ulteriori - avrebbe violato il diritto dell'opinione pubblica di sapere e conoscere comunque.

#### CHERNOBYL, DOPPIA TRAGEDIA

Il giornalista è semplicemente un ripetitore di testimonianze, quando non di racconti - e non un amplificatore di verità. Andiamo un po' più a fondo, servendoci di una storia in cui tutti hanno annaspato ed hanno compiuto i loro errori. Chernobyl, 26 aprile 1986: il mondo intero ha subito non una, ma una doppia catastrofe, collegate una all'altra. La prima, con la fusione ed esplosione del reattore numero quattro della centrale ucraina, con morti e contaminazione di persone e ambiente. Contestualmente, una catastrofe dell'informazione i cui esiti ricadono ancora oggi - anche in Europa, anche in Italia. Non tanto per il fall-out nucleare, ma per la confusione che ne derivò, un po' ovunque. Quanto pesò ad esempio sul successivo rifiuto italiano alle nuove centrali?

La fisica del bosone, dei neutrini o dei disastri: è finita protagonista in tv. Impariamo insieme a maneggiarla. Giornalisti e scienziati.



di Marco Delmastro

CNRS/IN2P3 LAPP  
Annecy, France

# Raccontare la fisica con la scusa del quotidiano

## L'ESPERIENZA DI *BORBORIGMI DI UN FISICO RENITENTE*

### ABSTRACT

Borborigmi di un fisico renitente nasce nel 2006 con l'obiettivo di raccontare la quotidianità della ricerca nel campo della fisica delle particelle. L'autore, un ricercatore italiano che lavora all'esperimento ATLAS al CERN di Ginevra, sfrutta la posizione privilegiata per raccontare la dimensione umana dell'esercizio della ricerca e per spiegare allo stesso tempo i dettagli anche ostici della fisica delle particelle. Il formato del blog e l'attenzione programmatica all'interazione con i lettori, hanno permesso di costruire una comunicazione allo stesso tempo scientificamente rigorosa e didatticamente efficace e insieme capace di smantellare lo stereotipo dello scienziato misantropo e inaccessibile.

### INTRODUZIONE: IL PROGETTO *BORBORIGMI DI UN FISICO RENITENTE*

Il progetto *Borborigmi di un fisico renitente*<sup>1</sup> nasce nel 2006 con l'obiettivo di raccontare, attraverso lo strumento del blog, la realtà quotidiana della ricerca fondamentale nel campo della fisica delle particelle e degli acceleratori. L'obiettivo del sito è quello di trasmettere, con uno strumento moderno e intenzionalmente lieve, la complessità del settore a un pubblico non necessariamente esperto, ma certamente molto curioso. L'autore è un ricercatore italiano che lavora all'esperimento ATLAS al CERN di Ginevra. La posizione privilegiata e il crescente interesse per le attività dell'acceleratore LHC permettono al sito di divulgare con successo i dettagli anche complessi della fisica delle alte energie, di raccontarne le motivazioni e implicazioni e, insieme, la quotidianità anche umana del mestiere di ricercatore.

### QUATTRO BUONE RAGIONI PER UN RICERCATORE COMUNICATORE

A sei anni dall'inizio dell'esperienza, è possibile fare alcune considerazioni sul perché un ricercatore che usi un blog sia in una posizione privilegiata per comunicare la scienza e su come questa posizione sia spesso migliore di quella del comunicare scientifico di professione. Le ragioni di questo ruolo privilegiato possono essere sintetizzate in quattro aree:

- L'importanza delle storie e della continuità;
- La possibilità di tradurre con rigore ai non-iniziati;
- Il racconto del lato umano della scienza;
- La dimensione della conversazione.

1. <http://www.borborigmi.org>

## L'IMPORTANZA DELLE STORIE E DELLA CONTINUITÀ

La scienza raccontata dai media tradizionali assume troppo spesso i connotati dell'evento sporadico e trionfale. Nel racconto tradizionale dell'attività scientifica, una scoperta sembra avvenire (e concludersi!) il giorno stesso dell'annuncio pubblico e il processo scientifico viene dipinto troppo spesso come un'evoluzione monotona, dall'ideazione iniziale all'immancabile successo. In realtà, è evidente a chiunque abbia dimestichezza con le attività di ricerca scientifica in ogni campo, le scoperte non avvengono mai istantaneamente ed errori e vicoli ciechi fanno parte del processo scientifico. La dimensione del blog tenuto da un ricercatore può aggirare entrambi questi problemi nel comunicare l'impresa scientifica.

Il blog di un ricercatore permette infatti di raccontare con tempi naturali l'evolversi anche lento dell'impresa scientifica, lasciando deliberatamente spazio anche ai problemi e ai passi falsi che segnano l'avanzare di un progetto di ricerca. Un esempio paradigmatico in questo senso è il racconto dell'incidente dell'LHC del CERN, avvenuto nell'autunno del 2008 in occasione della sua prima accensione. Si tratta di un evento che sui media tradizionali ha occupato lo spazio di una notizia e che su Borborigmi ha invece generato decine di articoli, nel corso del periodo che ha preceduto la prima sfortunata attivazione dell'acceleratore e poi dell'anno di riparazioni necessario per arrivare all'accensione definitiva. In una situazione in cui nessun media tradizionale può o vuole seguire con questo grado di attenzione l'evoluzione di un fenomeno, lo strumento del blog permette invece di raccontarne l'evoluzione, approfondendone da un lato gli aspetti tecnici e scientifici, dall'altro lasciando spazio anche alla dimensione personale dei sentimenti dei ricercatori coinvolti, alle loro speranze e frustrazioni e all'impatto che un'impresa di queste dimensioni ha su vite e carriere.

È proprio la dimensione del racconto di una storia a marcare il successo di questo modello comunicativo. In un processo di avvicinamento e umanizzazione della figura del ricercatore, l'impresa scientifica raccontata con lo strumento del blog genera empatia e conduce alla fidelizzazione dei lettori, i quali ritornano (più del 50% degli accessi a Borborigmi sono qualificati come recurrent), interagiscono, domandano.

La continuità permessa dallo strumento del blog permette inoltre un livello di approfondimento inusuale per la divulgazione scientifica tradizionale. Esempi tipici sono le lunghe serie di articoli su un argomento specifico (e.g. *Come funziona LHC?*<sup>2</sup>, o *Rivelatori di particelle a LHC*<sup>3</sup>), sviluppate su periodi superiori all'anno, che permettono di approfondire su spazi anche lunghi argomenti complessi, senza rinunciare alla leggerezza del tono e alla dimensione interattiva.

## TRADURRE CON RIGORE AI NON INIZIATI

La qualità della divulgazione scientifica sui media tradizionali è spesso scarsa e approssimata. Le ragioni sono molteplici e non possono essere analizzate nel dettaglio in questa sede. Basti ricordare da una parte la provenienza tipica del giornalista "scientifico" in Italia che, a meno di pochi esempi virtuosi, raramente ha una formazione scientifica adeguata; dall'altra, una certa propensione al formato scandalistico e "misterioso" del racconto scientifico tradizionale.

Il blog di un ricercatore ha i mezzi per contrastare questa tendenza, sfruttando la formazione dell'autore e la sua conoscenza dettagliata dell'argomento trattato e delle sue im-

2. <http://www.borborigmi.org/2010/10/22/come-funziona-lhc-la-serie-completa-in-pdf/>

3. <http://www.borborigmi.org/2012/07/20/rivelatori-di-particelle-a-lhc-la-serie-completa/>

plicazioni concettuali e sociali. L'associazione della capacità professionale alla dimensione della continuità dà al blog del ricercatore la capacità unica di poter preparare il pubblico all'annuncio scientifico, per facilitarne in anticipo la comprensione, ed evitare i malintesi. Un esempio di questo utilizzo è rappresentato dalla serie di articoli sulla statistica delle scoperte in fisica delle alte energie pubblicati nell'autunno del 2011 (*Distinguere un segnale da un rumore di fondo*, prima<sup>4</sup>, seconda<sup>5</sup> e terza puntata<sup>6</sup>), precedenti al seminario sulla ricerca del bosone di Higgs tenutosi al CERN a dicembre 2011<sup>7</sup>.

### IL LATO UMANO DELLO SCIENZIATO

Borborigmi di un fisico renitente si propone come esperimento di comunicazione scientifica che impiega deliberatamente diversi registri, contaminando la comunicazione scientifica con racconti di vita reale e aprendo non di rado degli squarci sugli aspetti "sociali" della ricerca. Sulle pagine del sito si alternano spiegazioni più approfondite (arrivando fino a qualche cenno di calcolo nella sezione *Formulette*<sup>8</sup>) a trattazioni più semplificate e leggere (si veda come esempio significativo la sezione della *Scienza con Oliver*<sup>9</sup>: la fisica raccontata nei dialoghi dell'autore con il suo cane durante le passeggiate).

L'intenzionalità didattica e divulgativa è in qualche modo rinforzata da racconti anche aneddotici della vita quotidiana del ricercatore e sulle dinamiche sociologica delle grandi collaborazioni internazionali e centri di ricerca. Il racconto del lato umano dello scienziato permette di superare la distanza tra il professionista della scienza e un pubblico curioso ma non esperto. Allo stesso tempo, combatte lo stereotipo dello scienziato dipinto come superuomo misantropo privo di capacità sociali e di una vita al di fuori del lavoro di ricerca e può così conquistare la fiducia del pubblico, fidelizzandolo e invitandolo a partecipare alla conversazione sugli argomenti trattati.

### L'IMPORTANZA DELLA CONVERSAZIONE

La particolare combinazione di argomenti e modi di trattazione attira categorie assai differenti di pubblico: dagli studenti medi a quelli universitari, dall'uomo comune curioso della scienza di frontiera, ai giovani ricercatori che condividono lo stesso campo di ricerca. In una realtà in cui la divulgazione scientifica resta fondamentalmente ancorata a un modello di comunicazione monodirezionale, la scelta di servirsi di un blog, con la sua peculiare caratteristica di interattività, si dimostra efficace e più che mai adatta ai tempi e alle modalità moderne di fruizione dell'informazione. Il ruolo centrale della conversazione permette al blog del ricercatore di calibrare nel tempo toni, livello, obiettivi degli interventi divulgativi; di diversificare i contenuti; di chiarire i dubbi rimasti al lettore dopo la fruizione dei contenuti.

L'apertura costante di un canale interattivo con il pubblico (la possibilità di inviare messaggi di richiesta all'autore, lo spazio per i commenti e la discussione di ogni articolo), insieme alla particolare attenzione a coltivare i contatti con il pubblico, ha consentito al progetto Borborigmi di costruire una comunità di lettori fedele e assidua e di diventare velocemente un punto di riferimento per le curiosità e i "dubbi sulla fisica" di una fetta importante di utenti italiani della rete.

La scelta della lingua italiana, in un panorama di iniziative simili quasi interamente dominato dalla lingua inglese, occupa una nicchia in buona parte ancora scoperta: quello

4. <http://www.borborigmi.org/2011/12/09/distinguere-un-segnale-da-un-rumore-di-fondo-prima-puntata-lanciare-i-dadi/>

5. <http://www.borborigmi.org/2011/12/12/distinguere-un-segnale-da-un-rumore-di-fondo-seconda-puntata-il-significato-di-un-eccesso/>

6. <http://www.borborigmi.org/2011/12/13/distinguere-un-segnale-da-un-rumore-di-fondo-terza-puntata-zona-di-rumore-di-fondo-controllato/>

7. <http://www.borborigmi.org/2011/12/14/lo-stato-della-ricerca-del-bosone-di-higgs-dopo-il-seminario-al-cern/>

8. <http://www.borborigmi.org/tag/formulette/>

9. <http://www.borborigmi.org/scienza-con-oliver/>



della comunicazione della ricerca da parte degli stessi addetti ai lavori ai non addetti.

#### I NUMERI DI UN SUCCESSO

*Borborigmi di un fisico renitente* somma in media un migliaio di pageviews al giorno e, in parallelo, il canale del feed RSS conta circa 1300 abbonati fissi. In occasioni particolari il sito catalizza picchi di accesso ben superiori, ad esempio in occasione della prima accensione di LHC nel Settembre 2008, del seminario sulla misura della velocità dei neutrini da parte di OPERA nel Settembre 2011 o dell'annuncio della scoperta di una nuova particella nella ricerca del bosone di Higgs nel luglio 2012. L'articolo *Il bosone di Higgs spiegato a Oliver*<sup>10</sup>, redatto nel gennaio 2007, continua a essere l'articolo più letto del sito, e, prima dell'annuncio del luglio 2012, era il terzo risultato della ricerca "bosone di Higgs" sulle pagine di Google, preceduto soltanto dalle voci "Bosone di Higgs" e "Higgs Boson" di Wikipedia.

#### RIFLESSIONI FINALI

Il successo di *Borborigmi di un fisico renitente* conferma l'importanza dell'elemento interattivo nelle iniziative di comunicazione scientifica. La commistione di registri comunicativi diversi e la contaminazione tra scienza ed elementi narrativi aneddotici e più legati al folklore della ricerca, danno vita a una modalità divulgativa inedita, particolarmente adatta a raggiungere e mantenere interessato un pubblico variegato, che cerca sulla rete le risposte alle proprie curiosità e dubbi scientifici.

La dimensione personale e umana del progetto e l'attenzione costante e programmatica all'interazione con il pubblico, dimostrano di poter veicolare una comunicazione scientificamente rigorosa e didatticamente efficace e, allo stesso tempo, contribuire a smantellare lo stereotipo dello scienziato misantropo e inaccessibile che ancora popola l'immaginario di troppo persone.

10. <http://www.borborigmi.org/2007/01/23/il-bosone-di-higgs-spiegato-a-oliver/>

di Tommaso Dorigo

INFN – Sezione  
di Padova

# Potenza e limiti dell'analogia in Fisica delle Particelle

## ABSTRACT

L'analogia è una figura retorica di uso comune nel linguaggio sia scritto che parlato, ed è un potente strumento cognitivo. Il suo utilizzo nella spiegazione di fenomeni e concetti di fisica è molto comune, ma la sua efficacia non è sempre garantita. L'autore discute la sua esperienza con l'utilizzo di analogie semplici e meno semplici per spiegare argomenti di fisica delle particelle, acquisita attraverso il suo blog, "A Quantum Diaries Survivor", e cerca di mettere a fuoco i fattori che determinano quanto una analogia sia utile, e quando essa fallisca lo scopo prefisso.

L'analogia è una figura retorica comunemente usata nel linguaggio scritto e parlato. Essa è cucita nel tessuto stesso del nostro linguaggio (a volte mescolata all'iperbole, o altri meccanismi). Spesso non ci rendiamo nemmeno conto di stare ragionando per analogia: frasi come "Vuole bene alla sua gatta come a una figlia", o "Mi sento come se mi fosse crollato il mondo addosso" ci vengono spontanee e ci permettono di comunicare efficacemente in maniera figurata delle caratteristiche della sorgente (la gatta nel primo esempio, o me stesso nel secondo) attraverso il potere evocativo del target dell'analogia (la figlia, e rispettivamente me sotto le macerie).

In effetti tutti noi facciamo quotidianamente uso di analogie nei meccanismi del nostro ragionamento: l'analogia è infatti un processo cognitivo fra i più potenti. Attraverso l'analogia estrapoliamo le nostre conoscenze a sistemi più complessi, riducendone la difficoltà. Nelle scienze esatte, tuttavia, abbiamo il problema di non poter deformare a piacimento alcune parti del problema: neglignendo l'aspetto quantitativo delle leggi fisiche o delle equazioni matematiche, perdiamo una parte importante del "potere esplicativo" dell'analogia. Diventa quindi utile chiedersi se esistano una ricetta o quantomeno delle linee guida per decidere se un'analogia è utile o meno. In questo breve contributo cercherò di rispondere alla domanda nell'ambito che riguarda la divulgazione della fisica delle particelle, un campo in cui ho accumulato una certa esperienza. Il terreno ove ho raccolto le mie informazioni sul potere e sui limiti di analogie create per spiegare concetti di fisica delle particelle, nel corso degli ultimi 8 anni, è il mio blog, "A Quantum Diaries Survivor"<sup>1</sup>. Il blog riceve oltre un milione di visite all'anno. In esso pubblico fra i 10 e i 15 articoli al mese per commentare e spiegare ad un pubblico misto – in parte costituito da studenti

1. [http://www.science20.com/quantum\\_diaries\\_survivor](http://www.science20.com/quantum_diaries_survivor)

e ricercatori, ma in predominanza formato da semplici lettori interessati alla scienza ma non forniti di un background specifico in fisica fondamentale – i recenti risultati di fisica provenienti dagli esperimenti del CERN e del Tevatron, e altri argomenti a questi correlati. Ciascun articolo riceve in media una dozzina di commenti nei primi giorni dopo la pubblicazione online. I commenti sono lo strumento principe per comprendere quanto i testi siano adatti ai lettori ed il loro background, e se i concetti trattati e il linguaggio espositivo siano alla loro portata e rispondano al loro interesse. Spesso infatti i commentatori offrono utili informazioni sull'efficacia di una spiegazione. Ragionando sui metodi più efficaci per spiegare concetti di fisica ostici, in un continuo tentativo di “portare per mano” i non esperti verso la comprensione dell'importanza e del significato delle misure in fisica delle particelle, mi sono così trovato a ragionare sulla costruzione dell'analogia. Per iniziare una discussione è opportuno partire da una nota frase di Albert Einstein: *“In the explanation of physics phenomena, everything should be made as simple as possible, but not simpler than that”* (“Nella spiegazione dei fenomeni fisici, tutto dovrebbe essere reso tanto semplice quanto è possibile, ma non più semplice di così”). Un pericolo è dunque l'eccessiva semplificazione: nel tentativo di rendere familiare ciò che ci è ostico includiamo nell'analogia troppo poco dettaglio, deteriorando la corrispondenza fra target e sorgente e impedendo la comprensione di quest'ultima; o peggio, deformiamo la realtà fisica per far funzionare la figura retorica, asservendo così il fine allo strumento invece che l'opposto. Possiamo mettere Einstein alla prova dei suoi standards citando una analogia di sua invenzione:

*“You see, wire telegraph is a kind of a very, very long cat. You pull his tail in New York and his head is meowing in Los Angeles. Do you understand this? And radio operates exactly the same way: you send signals here, they receive them there. The only difference is that there is no cat.”*

(“Vedi, il telegrafo a fili è una sorta di gatto lunghissimo. Tiri la sua coda a New York e la sua testa miagola a Los Angeles. Lo capisci? E la radio opera esattamente nello stesso modo: mandi segnali da qui, e li ricevono lì. L'unica differenza è che non c'è il gatto.”)

Questa analogia è indubbiamente semplice. Ma è semplice quanto serve, o troppo semplice? Questo dipende dagli ascoltatori cui ci si rivolge: per un bambino la spiegazione è perfetta, mentre se offerta agli studenti di un corso di tecnica delle comunicazioni essa risulterebbe imbarazzante. Quindi il grado di complessità di un'analogia, proprio come in generale il livello di una spiegazione, deve essere calibrato opportunamente.

Appare pertanto evidente che bisogna avere ben chiare due cose quando si costruisce un'analogia per spiegare un concetto in fisica: in primis, quali siano le competenze dei nostri ascoltatori; e in secundis, cosa vogliamo che gli ascoltatori davvero “portino a casa” dall'analogia che costruiamo. È dunque utile cercare di riconoscere alcuni fattori che permettano di giudicare se un'analogia è appropriata per i nostri ascoltatori, se permette di raggiungere lo scopo prefisso, o se è troppo complicata e potenzialmente distrae dall'obiettivo. Possiamo mettere a fuoco questi fattori attraverso l'analisi di un esempio: una analogia ben costruita ma che in realtà non possiede un vero potere esplicativo. Ho scelto a questo scopo la famosa spiegazione della rottura di simmetria elettrodebole per mezzo

del comportamento di commensali ad una tavola imbandita, dovuta a Abdus Salam, uno dei fisici teorici che hanno originariamente formulato il modello standard delle interazioni elettrodeboli. Immaginiamo dunque di cercare di spiegare come la scelta di uno dei possibili stati di vuoto di un sistema fisico costituito da un doppietto di campi scalari complessi  $\phi = [\phi_1 + i\phi_2, \phi_3 + i\phi_4]$  rompa la simmetria del sistema. Potremmo tentare con il testo seguente:

*“Siete in molti ad una cena e vi sedete intorno a un tavolo rotondo. Notate che il bicchiere per il vino si trova a destra del vostro piatto, ma anche a sinistra del piatto del commensale seduto alla vostra destra. Non sapete quale bicchiere prendere, fino a quando qualcuno prende il bicchiere alla propria destra. Ora che la scelta è stata fatta il sistema non è più degenerare, e c'è una sola risposta logica a quale sia il vostro bicchiere! Similmente, nella Lagrangiana del campo di Higgs esiste una degenerazione –una moltitudine di stati possibili equivalenti– e la scelta di un particolare valore di  $\phi$  determina quale sia la realizzazione fisica del sistema.”*

Personalmente ho sempre trovato poco efficace questa analogia. Se esaminiamo attentamente il suo utilizzo, infatti, ci risulta chiaro che abbiamo speso qualche minuto a creare negli ascoltatori l'immagine della tavola e li abbiamo posti di fronte al dilemma di quale bicchiere scegliere, implicitamente immedesimandoli nell'instabile vuoto quantistico. Ma cosa abbiamo portato a casa con questa operazione? Abbiamo forse spiegato come avviene questa scelta, o cosa succede ai gradi di libertà che vengono trasferiti dal campo di Higgs alla massa dei bosoni vettori? Queste domande rimangono nell'aria e non trovano risposta, non essendovi nella costruzione alcuna corrispondenza fra essi e gli elementi della tavola imbandita. Ciò che abbiamo spiegato è in realtà unicamente in che cosa consiste la rimozione di degenerazione. Ma non serviva certo apparecchiare una tavola per ottenere questo modesto risultato!

È dunque opportuno domandarsi quale sia l'effettivo valore di una analogia. Nella letteratura specifica il valore di una analogia è solitamente identificato con il suo potere predittivo delle caratteristiche incognite della sorgente. Questo si può valutare utilizzando delle proprietà della similarità fra sorgente e target che sono legate alla forza dell'analogia che si può trarre fra essi: la rilevanza delle somiglianze alla caratteristica o funzione oggetto dell'inferenza logica, il loro numero, e la loro varietà. Tuttavia, nel caso di applicazioni didattiche, vi sono addizionali unità di misura che forniscono un'importante metro valutativo. Ad esempio, risulta critica la familiarità degli ascoltatori con il target, o anche quanto breve ne è la necessaria descrizione, e quanto è nota la parte del target oggetto dell'inferenza; e quanto effettivamente coincide, in target e sorgente, la fenomenologia della parte oggetto dell'inferenza. La somiglianza potrebbe infatti essere solo accidentale, o lessicale, e rendere inefficace l'analogia.

Nell'esempio della rottura di simmetria, la degenerazione rimossa dalla scelta del bicchiere o dallo stato di vuoto non possiede caratteristiche in grado di estendere la deduzione. Dove sono i bosoni di Goldstone rimossi dalla scelta? Non certo nel bicchiere di vino! Per contro, nell'analogia di Einstein vista supra, oltre al potere predittivo (i segnali si possono propagare in un filo come in un gatto) la potenza esplicativa sta sia nella familiarità del target, quanto nella predicibilità della risposta del gatto (miagolio) alla sollecitazione

(tirare la coda). Inoltre la fenomenologia è coincidente, fatto alquanto sorprendente che impreziosisce la costruzione: si tratta infatti in entrambi i casi –gatto e telegrafo– di segnali elettrici propagati in un “filo”!

Possiamo anche identificare alcuni problemi tipici che analogie non ben costruite possono presentare, e che le rendono inefficaci o poco adatte allo scopo prefisso. In primo luogo, va notato che l’analogia deve avere come obiettivo quello di estendere la nostra comprensione della sorgente attraverso lo studio di un target familiare. A volte tuttavia le caratteristiche già note di sorgente e target sono molto simili, mentre quelle che vogliamo spiegare non sono per nulla simili o mal si prestano a una deduzione. Manca in altre parole un vero e proprio potere deduttivo. In secondo luogo, dobbiamo chiederci se è facile concentrarsi sulle caratteristiche oggetto dell’inferenza, o se piuttosto il target scelto sia complicato o presenti caratteristiche che distragono l’ascoltatore: in altre parole, l’analogia può non essere economica, rendendo difficile la messa a fuoco delle caratteristiche che ci interessano del target scelto. Un pericolo è anche quello di portare troppo avanti una buona analogia, distraendoci dallo scopo originario, e rischiando di mancare l’obiettivo che ci eravamo posti.

Possono inoltre esistere controindicazioni ad una buona analogia. R. Dawkins nel suo libro “*The God Delusion*”<sup>2</sup> parla di un “ultimate burqa” che ci ha permesso per secoli di vedere solo una piccola parte del mondo attraverso una fessura; la scienza ha gradualmente aperto questa fessura, e speriamo che essa possa un giorno liberarci dal burqa. Questa analogia può essere buona, ma può anche risultare offensiva per un musulmano. Un altro esempio viene dallo studio di un ginecologo: “Immagini che questa stanza sia la sua vagina”. La persona che riporta questa frase spiega, “Avrebbe dovuto inventarsi un’analogia che non implicasse l’immaginarsi di stare nella mia vagina. Mi ha preso così alla sprovvista che non riuscivo a ricordare quale muro fosse la mia cervice”. Infine, una altrimenti buona analogia può risultare imperfetta: una differenza importante fra sorgente e target può rendere inefficaci le conclusioni che se ne derivano. Esistono anche le false analogie: in esse la proprietà oggetto dell’inferenza o deduzione è parte di ciò che distingue sorgente e target.

Desidero ora discutere brevemente alcuni esempi di analogie originali utilizzate nel blog per spiegare concetti di fisica delle particelle, identificando quando possibile elementi di forza e di debolezza secondo la approssimativa categorizzazione operata supra. Iniziamo con un concetto piuttosto complicato: la debolezza delle interazioni deboli. Sappiamo che la grande massa dei bosoni W e Z che mediano tali interazioni è la ragione della loro debolezza: la loro massa impedisce ai bosoni di mediare interazioni di lungo raggio, ed è un parametro che determina l’intensità dell’interazione. Possiamo dunque proporre il testo seguente:

*“Per comprendere come un mediatore massivo può essere meno efficace ed agire più debolmente di uno senza massa, confrontate una tazza di cioccolata calda con una tavoletta di cioccolato: il vapore caldo disperde intorno alla tazza molte piccolissime particelle leggere, che si possono facilmente annusare a distanza. Invece la tavoletta può solo rilasciare poche piccole scagliette solide di cioccolato se vi andate molto vicino e inalate con forza. Le scagliette sono più massicce*

2. R. Dawkins, “*The God Delusion*”, Mariner Books, reprinted 2008.

*e meno abbondanti dei corpuscoli che evaporano dalla tazza, e sono pertanto incapaci di trasportare lontano l'interazione di cioccolata; inoltre, anche a piccola distanza l'odore di cioccolata che si può sentire dalla tavoletta è meno intenso, per via della minor quantità di scaglie rilasciate quando annusate.”*

Prima di discutere pregi e difetti di questa analogia, vediamo come l'ho “portata avanti” nel blog, cercando di spremere il massimo significato possibile.

*“Il comportamento dell'odore di cioccolato dalla tazza e dalla tavoletta può essere assimilato al comportamento delle interazioni elettromagnetiche e deboli a bassa energia: le prime appariranno molto più intense. Ora però si immagina di costruire uno “sniffer”, un dispositivo che analizzi l'odore di corpi solidi e liquidi allo stesso modo: la sostanza oggetto del test viene vaporizzata e le linee di assorbimento del vapore vengono misurate. Lo sniffer troverà che la cioccolata calda e la tavoletta hanno la stessa intensità di profumo. Similmente, le interazioni elettromagnetiche e deboli diventano egualmente forti ad alta energia, una volta che la massa di particelle di cioccolato o scagliette –ovvero fotoni e bosoni  $W$  e  $Z$ – diventa irrilevante.”*

Va osservato come nonostante il “bonus esplicativo” della seconda parte di questa analogia, che introducendo un nuovo elemento (lo sniffer) cerca di spiegare l'unificazione elettrodebole, probabilmente sarebbe stato meglio fermarsi alla prima parte: ci siamo innamorati troppo dell'analogia e l'abbiamo usata per spiegare di più di quanto ci eravamo originariamente proposti. L'analogia ora vista è stata anche criticata per la mancanza di spiegazione del raggio finito dell'interazione forte (che è mediata da gluoni, che pure hanno massa nulla). Quest'ultima però non è una critica valida, per lo stesso motivo citato sopra: una buona analogia non deve per forza spiegare più di quanto sia previsto. Accettato che la seconda parte dell'analogia è troppo spinta, e forse utile solo in un ambito diverso da quello didattico del blog, in quanto affronta il concetto troppo complesso dell'unificazione ad alta energia delle interazioni elettrodeboli, concentriamoci sulla prima parte. Osserviamo una forte familiarità dei nostri ascoltatori con il target, e una discreta rilevanza delle caratteristiche comuni (emissione di particelle di diversa massa), che però non sono in grande numero o varietà. La fenomenologia (intensità dell'odore/intensità dell'interazione) è invece un punto debole dell'analogia: essa è solo apparentemente riconducibile allo stesso comportamento delle caratteristiche oggetto dell'induzione logica, in quanto l'odore in realtà si ricava da singole molecole comunque vaporizzate, non da interi corpuscoli. L'analogia ha però un buon potere predittivo, ed il target è economico. Secondo questi criteri, l'analogia in questione risulta uno strumento ragionevolmente efficace per spiegare il concetto in discussione.

Un secondo esempio dal quale possiamo attingere è la spiegazione del cosiddetto problema della “naturalità” della massa del bosone di Higgs. La massa del bosone di Higgs riceve delle correzioni quantistiche dovute a diagrammi “a loop”. Queste correzioni dipendono da un parametro di taglio (cut-off): esso è il massimo valore dell'energia delle particelle che circolano in questi loops. Se assumiamo che il cut-off sia all'energia enorme corrispondente alla massa di Planck  $M_{Pl}$  queste correzioni sono gigantesche; questo ha portato i fisici teorici a ipotizzare che esista nuova fisica a una scala molto minore di  $M_{Pl}$ ,

che fornisca un corrispondente cut-off più piccolo, rendendo meno “cosmica” la coincidenza (la cancellazione mutua di questi numeri enormi). Il problema è stato spiegato da Michelangelo Mangano con una analogia:

*“Immaginate di chiedere a dieci amici di fornirvi un numero reale irrazionale compreso fra  $-1$  e  $+1$ . Fate la somma dei dieci numeri così raccolti, e scoprite che il risultato è diverso da zero solo alla trentesima cifra decimale ( $0.000000000000000000000000000001$ ). Cosa concludete? Siete disposti a ritenerlo un caso, o la prendete come una evidenza che i vostri amici si siano messi d'accordo?”*

Se esaminiamo questa analogia, ci accorgiamo che non è chiaro il suo potere deduttivo. Cosa conosciamo nel target che non conosciamo nella sorgente? La poca probabilità che la somma di grandi numeri dia un numero piccolo non è un concetto che richieda una analogia per essere assorbito. L'ascoltatore è certamente in grado di considerare il gioco dei dieci numeri, ma quel sistema non ha nulla in comune con le correzioni quantistiche alla massa del bosone di Higgs che sia più semplice da comprendere. Inoltre, prendere un intervallo da  $-1$  a  $+1$  è forse elegante, ma allontana dall'idea dell'enormità del cut-off MPI, che è una importante caratteristica della sorgente.

Possiamo migliorare l'analogia di Mangano costruendo un sistema target che abbia come parametro la dimensione dei dieci numeri: dalla piccolezza della loro somma possiamo dedurre la dimensione del parametro, e la necessità di un cut-off. Siamo allora portati a proporre un testo come il seguente:

*“Immaginiamo che un amico giochi alla roulette, e punti delle somme sul rosso, dieci volte. Ogni puntata è decisa in modo assolutamente casuale (ad esempio estraendo un numero random con un computer), ma inferiore a un certo limite massimo  $M$  predefinito: puntata =  $M \times R$  (con  $R$  compreso fra  $0$  e  $1$ ). L'amico dopo dieci puntate si trova in attivo di un euro. Cosa possiamo dedurre sul massimo  $M$  che egli si era imposto per ciascuna puntata? Possiamo pensare che  $M = 1000$  miliardi di euro? No! Siamo ovviamente portati a ritenere che il massimale  $M$  fosse di pochi euro!”*

Questa versione è migliore dell'originale visto supra perché ci permette di capire più velocemente come i fisici teorici deducano che ci deve essere un cut-off, nuova fisica a una scala di energia non tanto alta. Il punto focale dell'analogia è non tanto nel paradosso della cancellazione di grandi numeri, che è apparente anche nella sorgente, ma nella inferenza logica che si può operare su  $M$ .

Prendiamo in considerazione la versione “migliorata” dell'analogia di Mangano, e analizziamola criticamente secondo i parametri discussi in precedenza. Innanzitutto, il target è certamente familiare ai nostri ascoltatori. Inoltre, le caratteristiche oggetto della deduzione (i numeri grandi) sono rilevanti alla inferenza (la loro mutua cancellazione). Non si tratta poi di una analogia molto “spinta”: il numero di caratteristiche comuni ai due sistemi sorgente e target è molto ridotto. La fenomenologia, punto cruciale, è coincidente: la deduzione che  $M$  (la scala di nuova fisica, o la massima puntata) non possa essere grande verte sulla coincidente base fenomenologica - qui la semplice aritmetica, o se si vuole anche un'inferenza Bayesiana. Quanto al potere deduttivo, esso è certamente pre-

sente e forte; l'analogia non è però molto economica, in quanto dobbiamo chiamare in causa una ricetta particolare per calcolare le nostre puntate. Nel complesso si tratta di una ottima analogia, in grado di far capire con immediatezza un concetto piuttosto elusivo, la deduzione che nuova fisica debba essere “dietro l'angolo”. Si può anche notare come il sistema sorgente sia estremamente complicato da spiegare, mentre il target sia semplice.

Successivamente alla mia presentazione a Comunicare Fisica 2012 a Torino, ho sottoposto le considerazioni sull'uso delle due analogie ora viste per spiegare il problema della naturalezza ai lettori del mio blog. Ne è nata una interessante discussione online, a seguito della quale un lettore ha proposto il seguente miglioramento:

*“Supponiamo che la somma di profitti e perdite di dieci aziende sia pari a dieci euro. Conoscendo solamente questo fatto, e assumendo che i profitti e le perdite a priori siano più o meno egualmente probabili, che dimensioni possiamo stimare per gli incassi di ciascuna compagnia? Ci si potrebbe aspettare degli incassi tipici di banchetti di vendita di limonata! Saremmo invece molto sorpresi se ci dicessero che queste aziende hanno incassi dell'ordine di miliardi di euro ciascuna, in quanto sarebbe in tal caso molto improbabile ottenere una somma pari a un numero così piccolo come 10 euro: verrebbe allora il dubbio che qualcuno abbia messo assieme con molta attenzione la lista di aziende per ottenere di proposito una profitto totale così vicino a zero. I fisici, similmente, sospettano che l'innaturale, quasi perfetto bilanciamento delle correzioni quantistiche alla massa del bosone di Higgs sia dovuto a una struttura nascosta che non abbiamo ancora scoperto.”*

È chiaro il vantaggio di questa versione sulle precedenti: oltre a presentare una situazione molto più familiare di una “puntata casuale” o di una collezione di numeri irrazionali – il budget di una azienda, i profitti e le perdite – l'analogia è anche molto semplice e diretta. La creazione di questa analogia dimostra l'efficacia del processo di revisione e l'autovalutazione dei pro e contro dei testi proposti.

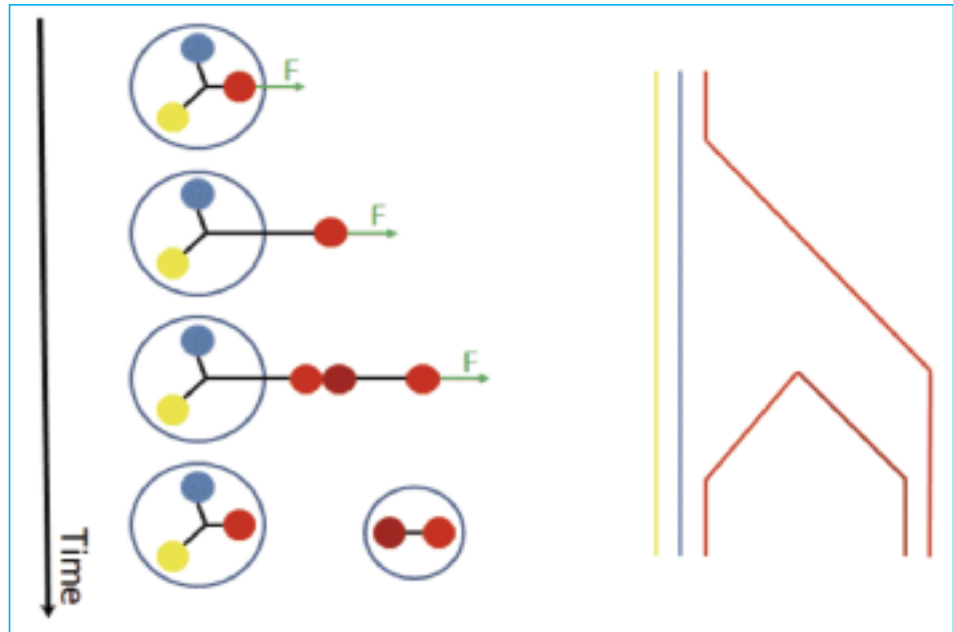
Infine, prendiamo in considerazione il tentativo di spiegare il comportamento di quarks e gluoni nel protone tramite una analogia con l'estensione di una molla. Va detto che questa è una tentazione naturale per un fisico: il potenziale di interazione della forza forte cresce con la distanza inter-quark proprio come l'energia potenziale di una molla. Tuttavia l'analogia è solo parziale. Una molla troppo estesa si deforma, non si rompe; inoltre i suoi estremi non sono parte essenziale del sistema. L'ascoltatore può venire confuso se non comprende il giusto livello al quale l'analogia funziona.

Stabilito che la spontanea analogia fra molla e stringa di interazione forte esibisce degli evidenti limiti, la domanda da porsi in questo caso appare la seguente: cosa vogliamo effettivamente che l'ascoltatore “comprenda”? Chiaramente vogliamo trasmettere la nozione che i quarks sono confinati all'interno degli adroni dalla forza forte, e spiegare in maniera intuitiva a cosa ciò è dovuto. Se mettiamo a fuoco il nostro obiettivo, ci risulta evidente che in questo caso un grafico ben concepito (vedi Fig. 1) può essere molto più efficace dell'analogia nello spiegare i dettagli del comportamento dei quarks. In effetti, fare ricorso alla visualizzazione grafica dei fenomeni fisici è un'alternativa spesso preferibile alla semplice descrizione e comparazione analogica: con grafici sufficientemente ben progettati



si riescono ad evidenziare le caratteristiche da comprendere ed a spiegare in modo semplice concetti apparentemente ostici senza perdere di vista le specificità del sistema fisico in esame.

Per concludere questa breve discussione, vorrei sottolineare come l'analogia sia uno stru-



*Figura 1: il tentativo di estrarre un quark (pallina rossa nel grafico a sinistra) da un protone (formato da tre quarks di colore diverso) per mezzo di una forza  $F$  porta all'allungamento della linea di forza che collega i quarks fra loro. Non appena l'energia investita nell'allungamento diventa sufficiente, essa si trasforma nella massa di una nuova coppia quark-antiquark (terzo diagramma dall'alto). Il nuovo quark torna infine nel protone a rimpiazzare quello rimosso, e la rimanente coppia quark-antiquark si stabilizza in un mesone. Nel grafico a destra viene riportata schematicamente la posizione dei quarks corrispondente alle quattro configurazioni mostrate a sinistra; ogni linea colorata qui rappresenta la propagazione nello spazio-tempo di un quark.*

mento imprescindibile, ma non l'unico, per spiegare la fisica. Essa è tanto più utile quanto maggiore è la necessità di una semplificazione, ovvero quanto maggiore è il divario fra il livello di preparazione degli ascoltatori e la complessità dei concetti che si vogliono far loro digerire. I pro e i contro di una analogia vanno valutati attentamente di caso in caso, facendo attenzione a evitare alcuni errori tipici –in particolare, la mancanza di potere predittivo, la scarsa familiarità degli ascoltatori con il target, e la imperfezione delle corrispondenze fra sorgente e target. Un'auto-valutazione di queste e altre caratteristiche delle analogie che formiamo nella nostra azione didattica è un utile esercizio, che in ogni caso consiglio caldamente.

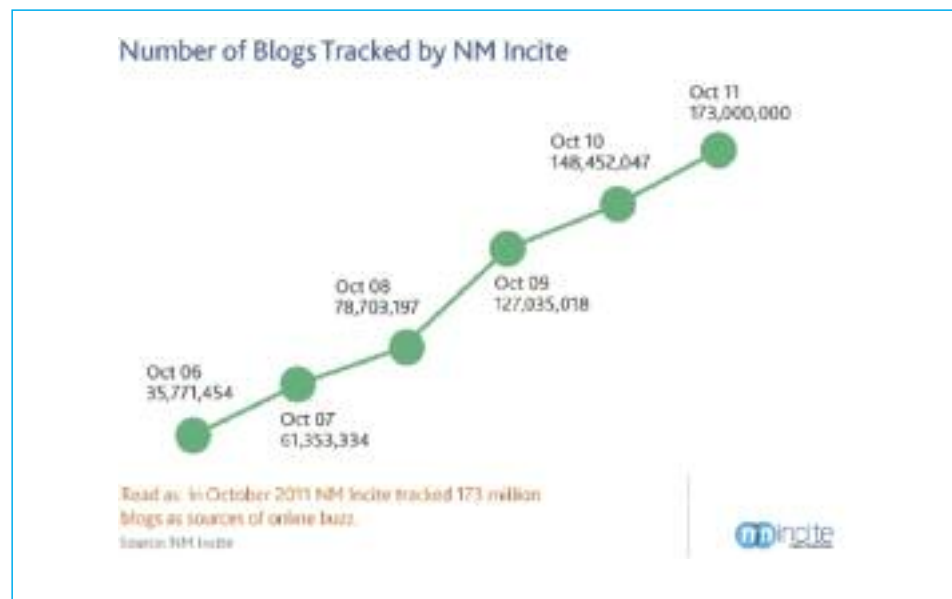
di Gianluigi Filippelli  
Moreno Colaiacovo

# United we stand

## SIAMO PRONTI PER FARE NETWORK?

Nel mondo, in particolare in quello anglosassone, è forte lo stimolo dei blogger scientifici ad aggregarsi in vari network. Il capostipite è stato scienceblogs.com, dal quale poi sono partite molte e varie esperienze, come Field of Science o il recente network di Scientific American. Molti di questi blogger partecipano a più network o hanno anche un blog personale, spesso anche questo tarato sulla scienza. In Italia, invece, come in molti campi, siamo fermi da tempo al solo network degli autori de Le Scienze. Si prova a capire quali possono essere le possibilità di un network italiano e chi potrebbero essere i componenti di questo gruppo.

Il fenomeno dei weblog o più comunemente dei blog è in continua espansione: ad esempio dall'ottobre 2006 all'ottobre 2011, il numero di blog si è quasi quintuplicato<sup>1</sup>. All'interno di questo mondo in espansione una nicchia, più o meno consolidata, è occupata dai blog scientifici.



1. dati nielsen

In generale un blog è di facile definizione: una pagina web aggiornata periodicamente attraverso un software apposito che permette anche l'interazione con i lettori attraverso i commenti agli aggiornamenti (i post) scritti e pubblicati dall'autore. Quando però si cerca di classificare i blog in grandi categorie, ci si trova di fronte a tutta una serie di sfumature, e a queste non sfuggono nemmeno i già citati blog scientifici.

Già Walker, che, oltre ad essere uno dei primi blogger scientifici, ha scritto, insieme con Torill, il primo (o comunque uno dei primi) articoli dedicati allo studio di questa sottocategoria di blog<sup>2</sup>, in *Blogging From Inside the Ivory Tower*<sup>3</sup> distingueva tra due distinte tipologie: *public intellectuals*, che si occupa soprattutto del dibattito politico, e *research blogs*, centrato essenzialmente sul mondo della ricerca. In particolare questa seconda tipologia è oggi quella maggiormente identificata come blog scientifico in senso stretto, e anche quella che presenta tutta una serie di sfumature cui si accennava poc'anzi, come rivelato da molti studi e ribadito da Bora Zivkovic, *blog editor* di Scientific American, nel suo articolo *Science Blogs: definition, and a history*:

*Usually it is meant to be a blog that satisfies one or more of these criteria: blog written by a scientist, blog written by a professional science writer/journalist, blog that predominantly covers science topics, blog used in a science classroom as a teaching tool, blog used for more-or-less official news and press releases by scientific societies, institutes, centers, universities, publishers, companies and other organizations.*

Per gli scopi della discussione attuale, ha scarso interesse andarci ad occupare di blog scritti da scienziati ma che non trattano di scienza<sup>4</sup>, ma potrebbe non essere così inutile distinguere il sottogruppo dei blog scritti da scienziati che però non si occupano della disciplina in cui si sono formati. Certo, in questi casi è buona norma, seguendo ad esempio i consigli di Peppe Liberti, avere come fonte preferenziale un bravo ricercatore che prova a raccontare ciò che succede nella sua disciplina, tuttavia il primo e più importante criterio per valutare se un blog è scientifico o meno sono l'approccio e il metodo scelti dal blogger.

Un buon modo per distinguere tra i vari *blogger* scientifici è l'aggregatore Research Blogging (RB), un progetto creato dal Seed Media Group, ora acquisito dal National Geographic, lo stesso del Seed Magazine e del famoso network di blog scientifici Science Blogs. RB è un aggregatore multilingue<sup>5</sup> che propone un portafoglio di *blogger* scientifici preventivamente valutati da una squadra di *editor*, che per l'Italia sono tre: il già citato Peppe Liberti insieme con Amedeo Balbi e Moreno Colaiacovo (coautore di queste note). Questa struttura dovrebbe garantire al lettore la serietà e la competenza del blogger innanzitutto nel trattamento degli argomenti strettamente legati con la disciplina di ciascuno degli iscritti, e più in generale imponendo agli autori delle norme e delle regole sul metodo e sull'approccio degli autori. *Research Blogging*, infatti, prevede che gli articoli aggregati siano dei commenti o degli approfondimenti strettamente legati alla letteratura scientifica accademica: in fondo a ogni post appaiono una o più citazioni ad articoli pubblicati su riviste scientifiche *peer-reviewed*, una caratteristica che rende RB sinonimo di serietà e professionalità.

Oltre agli aggregatori tematici, però, un'altra possibile garanzia di qualità e competenza

2. Torill Mortensen, Jill Walker. Blogging thoughts: personal publication as an online research tool in *Researching ICTs in Context*, University of Oslo (2002)

3. Jill Walker. *Blogging From Inside the Ivory Tower*, pages 127–138. Peter Lang, 2006.

4. Vanno considerati blog scientifici anche questi?

5. A differenza di Scienceseeeker, che è solo per i blog in lingua inglese, ma che funziona allo stesso modo se non meglio

dei blogger proviene dai *network* di blog scientifici, che possono a loro volta essere distinti in due grandi tipologie: quelli di supporto agli editori cartacei classici, come il *network* di *Scientific American*, o quelli per così dire indipendenti, come *Science Blogs* o *Field of Science*. In entrambi i casi i *network* sono realizzati, per quel che riguarda i contenuti, essenzialmente da dottorandi o giovani ricercatori o anche insegnanti delle scuole superiori e solo sporadicamente da professori.

D'altra parte utilizzare i blog per comunicare la scienza presenta degli indubbi vantaggi: permette una condivisione della conoscenza, che può essere sviluppata anche in modo collaborativo (in questo caso attraverso ad esempio blog multi utente, *network*, o *wiki*), è un modo eccellente per comunicare la passione per il proprio campo di ricerca<sup>6</sup>, permette di partecipare in qualche modo al dibattito pubblico e mantenere la cittadinanza informata<sup>6</sup>, permette di restare in contatto con colleghi lontani o di stringere nuovi contatti<sup>7</sup>, di migliorare la propria scrittura anche in funzione della stesura di un articolo di ricerca<sup>7</sup>.

*They are a perfect tool for informal interactive discussions by allowing the authors to post an article about any topic they want and having visitors interact through comments*<sup>8</sup>.

Nonostante tutti questi indubbi vantaggi, rilevati da vari studi basati più che altro su (poche) interviste a blogger scientifici che lavorano in ambito accademico, e malgrado il loro crescente successo, questa tipologia di comunicazione non sembra ancora riscuotere consensi all'interno delle istituzioni accademiche. Non è solo una questione legata al tempo che bisogna concedere all'attività di blogging e più in generale alla comunicazione (che già da sola non è una attività generalmente ben vista), ma probabilmente anche legata alla così detta caduta delle gerarchie che di fatto avviene con l'uso dei blog e la conseguente interazione<sup>3</sup>:

*In a well-known case study, Zuboff (1988) documented the tension created within a corporation when a computer-based electronic communication system was installed. The openness, inclusiveness, and anonymity of computer-mediated communication was antithetical to the organization's hierarchical structure; it facilitated the rise of democratic dialogue among workers, thereby placing stress upon traditional hierarchical roles.*  
(Stephen and Harrison 768-69)

In un certo senso i blog scientifici, che per comodità spesso vengono opposti ai soli giornalisti scientifici in una visione piuttosto semplicistica di una discussione più ampia, sono in effetti in contrapposizione anche con le stesse istituzioni accademiche non solo per le questioni poc'anzi accennate, ma anche per la preferenza di queste ultime a veicolare la comunicazione attraverso metodi *standard* come i comunicati stampa, senza prendersi quella responsabilità diretta ricordata nell'articolo di Ashlin e Ladle<sup>7</sup>.

Ad ogni modo, una cosa è certa: l'efficacia dei blog sembra crescere quando questi riescono a fare rete, sia nel caso di un *network* vero e proprio, come quelli già descritti, sia nel caso di reti costruite attraverso interazioni basate sui *link* o sui carnevali scientifici<sup>10</sup> o sugli aggregatori.

Dei vari modi per creare una rete di discussione con altri blog, sicuramente l'utilizzo dei *link* è il più semplice e immediato. È interessante notare come María José Luzón Marco

6. Alison Ashlin, Richard J. Ladle (2006). Environmental Science Adrift in the Blogosphere *Science*, 312 (5771) DOI: 10.1126/science.1124197

7. Kjellberg, Sara. I am a blogging researcher: Motivations for blogging in a scholarly context *First Monday* [Online], Volume 15 Number 8 (14 July 2010)

8. Eva Amsen (2008). Who Benefits From Science Blogging? *Hypothesis*, 4 (2), 10-14 DOI: 10.5779/hypothesis.v4i2.56

9. Alice Bell, Has blogging changed science writing? *Journal of Science Communication*, vol.11, n.1 (2012)

10. In Italia abbiamo i Carnevali della Matematica, Fisica, Chimica, e dei Libri di Scienza, oltre all'esperienza limitata nel tempo del Carnevale della Biodiversità

in *Scholarly hyperwriting: The function of links in academic weblogs*<sup>11</sup> abbia cercato di studiare proprio l'uso dei link nei blog accademici, determinando una serie di usi per questa pratica (via hyperlink): i *link* sono utilizzati per posizionarsi all'interno di una comunità e costruire delle relazioni; per distribuire e organizzare le informazioni; per collaborare nella costruzione della conoscenza; per creare una identità per il blogger e/o il suo blog; per conversare; per pubblicizzare la propria ricerca; per aumentare la visibilità del blog.

Tutti questi compiti possono essere supportati anche grazie ai già citati aggregatori, e in particolare in ambito scientifico il primo e di maggior successo è *Research Blogging*, che è stato studiato in maniera abbastanza esaustiva da ben due articoli, Groth e Gurney<sup>12</sup>, concentratisi sui *blog* di chimica, e Shema, Bar-Ilan e Thelwall<sup>13</sup>, che hanno generalizzato quello studio a tutte le categorie (fino ad ora la quasi totalità degli articoli sui blog scientifici era o di tipo editoriale o basato su campioni piuttosto piccoli, poche decine di blogger, e quindi il campione raccolto da RB si presta per uno studio certamente più solido). È evidente, come ricordano Shema et al.<sup>13</sup>, che non è possibile studiare l'intero gruppo dei *blog* scientifici, in ogni caso molto vasto, ma i criteri di selezione e gestione di RB rendono questo database un ottimo campione per esaminare lo stato di salute della blogosfera scientifica.

Dalla combinazione dei risultati dei due studi (con il secondo che conferma e generalizza il primo), risulta che la discussione scientifica tra i blog iscritti all'aggregatore è più immediata rispetto a quella della letteratura tradizionale (come ricorda Larry Moran *A scientific journal is not the right vehicle for debate and discussion*<sup>14</sup>), è più contestualmente rilevante, si concentra sulla scienza di alta qualità, si concentra sulle implicazioni non tecniche della scienza.

Nell'ottica di gettare le basi per un *network* vero e proprio di *blog* scientifici in lingua italiana, sulla falsariga di quelli citati in precedenza, noi crediamo che proprio RB possa rappresentare un ottimo punto di partenza per realizzare una rete che sia una fonte affidabile e dinamica di approfondimento sul mondo della ricerca. Per questo motivo, siamo andati a spulciare un po' nelle statistiche dei *blogger* italiani presenti sul progetto RB.

Dai dati raccolti emerge immediatamente una differenza rispetto all'analisi pubblicata su PLoS: la blogosfera italiana ha nella fisica, nella matematica e nelle discipline direttamente correlate i maggiori punti di forza. Questo dato si spiega da un lato con una maggiore presenza di *blogger* appartenenti a questa categoria, dall'altro anche con una maggiore prolificità degli stessi:

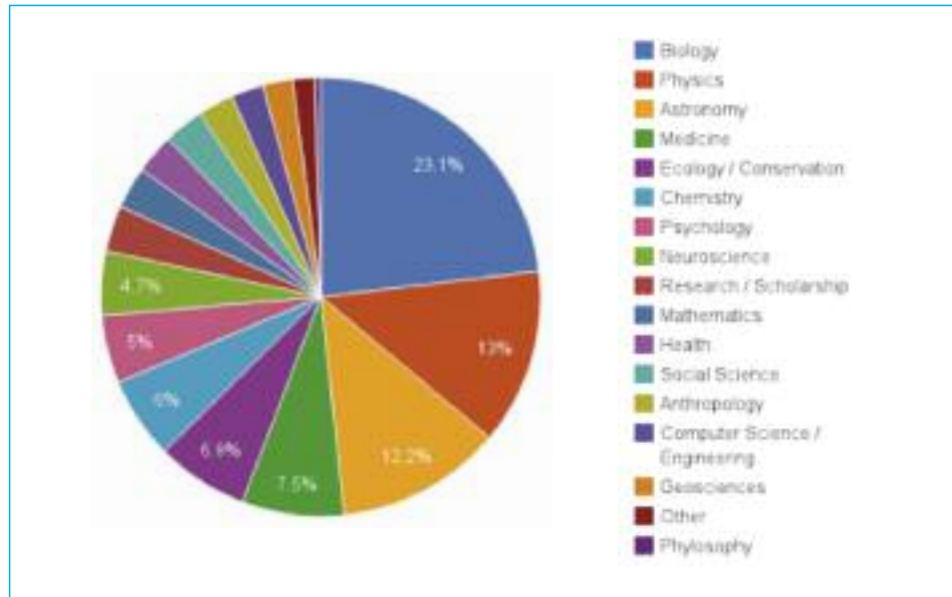
Discipline	Number of posts (*)	Discipline	Number of posts (*)
Biology	157	Mathematics	21
Physics	88	Health	20
Astronomy	83	Social Science	20
Medicine	51	Anthropology	18
Ecology / Conservation	46	Computer Science / Engineering	16
Chemistry	41	Geosciences	15
Psychology	34	Other	11
Neuroscience	32	Philosophy	3
Research / Scholarship	23		

11. María José Luzón (2009). *Scholarly hyperwriting: The function of links in academic weblogs* *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60 (1), 75-89 DOI: 10.1002/asi.20937

12. Groth, Paul and Gurney, Thomas (2010) *Studying Scientific Discourse on the Web using Bibliometrics: A Chemistry Blogging Case Study*. In: *Proceedings of the WebSci10: Extending the Frontiers of Society On-Line*, April 26-27th, 2010, Raleigh, NC: US.

13. Hadas Shema, Judit Bar-Ilan, Mike Thelwall (2012). *Research Blogs and the Discussion of Scholarly Information* *PLoS ONE*, 7 (5), 1-8 DOI: 10.1371/journal.pone.0035869

14. Laura Bonetta (2007). *Scientists Enter the Blogosphere* *Cell*, 129 (3), 443-445 DOI: 10.1016/j.cell.2007.04.032

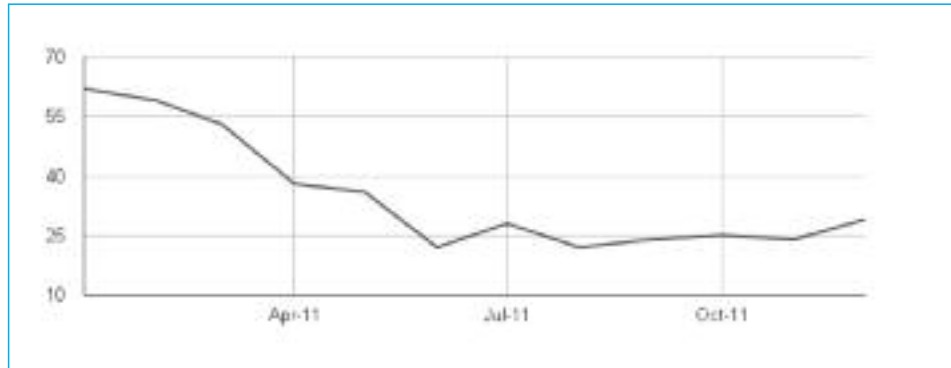


**Table 1.** The main subject of the 126 Blogs.

Main category*	# category	% category
Life sciences	52	39
Psychology, psychiatry, neurosciences, behavioral sci.	28	21
Medicine	26	19
Sciences	12	9
Multidisciplinary	8	6
Social Sciences & Humanities	7	5
Computer Science & Engineering	2	1

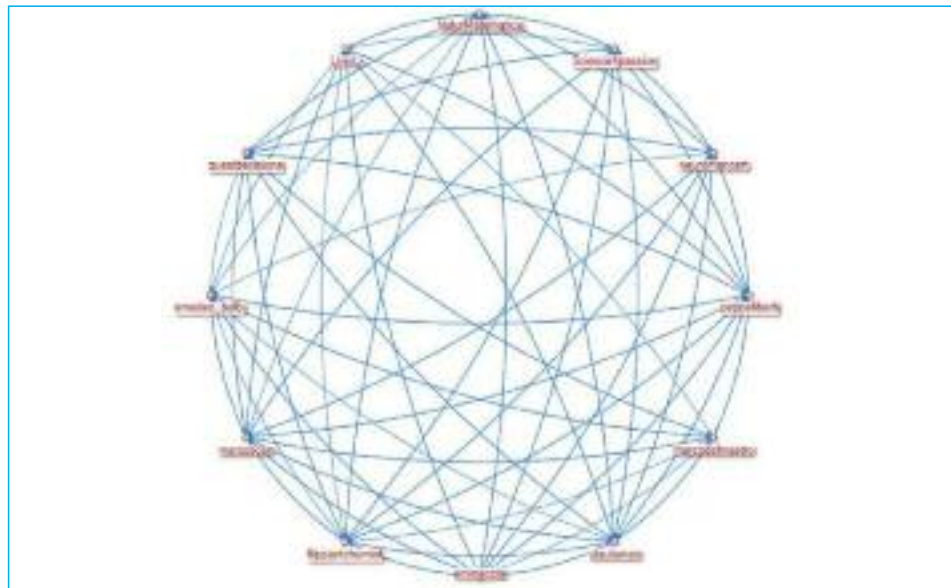
\*Nine blogs have two main categories.  
doi:10.1371/journal.pone.0035869.t001

D'altra parte, nel periodo preso in esame (tutto il 2011), dopo una frequenza di utilizzo abbastanza elevata, l'uso della piattaforma si è stabilizzato su una cifra tra i 20 e i 30 post aggregati al mese (dato che per il 2012 sembra si debba correggere al ribasso):



Un altro dei possibili vantaggi che potrebbe portare l'apertura di un network di blog scientifici sta anche nella possibilità di poter semplificare i rapporti con le istituzioni accademiche e i loro uffici stampa da una parte, e con i giornalisti dall'altra. Per la loro natura di prodotto ibrido, spesso creato da esperti di scienza con il pallino della divulgazione, i *blog* scientifici si prestano infatti molto bene a svolgere il ruolo di intermediario tra le università e i media tradizionali. Un *network* di *blog* scientifici consentirebbe di sfruttare al meglio questo aspetto.

Parallelamente alla creazione del *network*, sarebbe opportuno interagire con il mondo dei social network e promuovere in questo modo le attività dei blogger iscritti: il supporto di un account social per tutto il progetto, così come le interazioni tra gli account dei singoli componenti della rete con altri *blogger* scientifici e con i propri lettori possono contribuire al successo e alla visibilità dell'iniziativa, come anche indirettamente mostrato dai dati pubblicati su PLoS<sup>13</sup> e più direttamente nel caso di articoli scientifici i dati raccolti da Melissa Terras<sup>15</sup>. Sono tutti aspetti che vanno inevitabilmente curati, senza però dimenticare il punto centrale: i blog e i loro autori.



15. Melissa Terras, The Impact of Social Media on the Dissemination of Research: Results of an Experiment. *Journal of Digital Humanities*, vol.1, n.3, (2012)

In quest'ottica il profilo ideale di ciascuno dei blogger sembra essere quello di ricercatori ed esperti (anche non afferenti al mondo accademico) nel proprio campo con un minimo di esperienza nel blogging scientifico. Gli iscritti a *Research Blogging*, ad esempio, sembrano incarnare perfettamente la figura del blogger richiesto per un simile progetto. Sono infatti proprio la qualità dei contenuti e la serietà dei componenti del network a determinare, secondo noi, il buon esito dell'iniziativa.

Con questo post intendiamo stimolare la blogosfera scientifica italiana, composta fino a questo momento da autori indipendenti, a prendere in considerazione l'ipotesi di aggregarsi in un network e fare rete. Ovviamente, il fatto che un simile progetto non sia ancora stato realizzato in tutti questi anni ci fa pensare che potrebbero esserci dei problemi e degli ostacoli intrinsecamente legati alla situazione italiana, ed è anche di questo che vorremmo discutere: quali sono queste difficoltà? Sono davvero insormontabili? Noi siamo convinti che fare rete possa essere importante per amplificare gli effetti positivi del blogging scientifico, già menzionati più volte in questo post, e vogliamo capire come fare per attuare un progetto che abbia buone possibilità di successo. Come cantavano i Judas Priest negli anni 80: *United we stand, united we never shall fall*.

Oppure, scritto in altri termini:

*Our mission is to build a community of like-minded individuals who are passionate about science and its place in our culture, and give them a place to meet.*

(dal sito di ScienceBlogs via Eva Amsen<sup>8</sup>)





di Michela Fragona<sup>1</sup>  
Francois Boeck<sup>2</sup>  
Richard Trilling<sup>2</sup>  
Giuseppe Russo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Sbarro Institute for  
Cancer Research and  
Molecular Medicine,  
Center for Biotechnology,  
College of Science and  
Technology, Temple  
University, Philadelphia,  
Pennsylvania, USA*

<sup>2</sup> *The Virtual University  
group, Belgium*

# *Applicazioni web, mobile, virtual environment e digital publishing*

L'evoluzione della comunicazione rincorre a breve distanza quella della tecnologia. In pochi anni, lo sviluppo del Web e degli altri media, ha stravolto le tecniche conosciute di interazione ed offerto nuove opportunità. La divulgazione culturale e scientifica ha subito la stessa accelerazione, ritrovandosi proiettata in ambienti dalle straordinarie potenzialità comunicative, di cui la conoscenza e l'utilizzo stanno alla base di progetti comunicativi innovativi. Parlando di blog, social network, applicazioni, smartphone, tablet, ambienti virtuali e strumenti per l'editoria digitale, analizzeremo questo sviluppo inarrestabile a cui anche i comunicatori della scienza si stanno affiancando.

## **EVOLUZIONE DELLA COMUNICAZIONE E DEGLI STRUMENTI**

I vari passaggi che hanno caratterizzato il cambiamento delle tecniche comunicative sono strettamente legati allo sviluppo tecnologico e agli strumenti utilizzati per interagire. Dall'unidirezionalità dei media tradizionali che veicolano le informazioni senza possibilità di risposta, se non asincrona; ai più evoluti strumenti "social", che trasformano, decostruendo, la gerarchia "producer" -> "consumer", nell'attuale comunicazione allargata, in cui tutti gli "users" hanno uguali possibilità di produzione dell'informazione. Negli ultimi 10 anni l'accesso facilitato alle informazioni ed alla loro condivisione globale ha aumentato in maniera esponenziale il numero di informazioni con conseguenze che vanno a ripercuotersi sulla stessa comunicazione. Dai primi entusiasmi sociali che, amplificati dal WEB 2.0, caratterizzarono un'esplosione degli schemi tradizionali di passaggio dell'informazione a favore della condivisione, si passò ad una crescente preoccupazione relativa alla qualità delle informazioni condivise e all'identità di questi nuovi prosumer ("producer" + "consumer"). Questa espansione non si è arrestata, anzi continua ad evolvere in forme sempre nuove di condivisione e distribuzione dei contenuti, portando all'esigenza del rinnovamento e potenziamento dell'identità virtuale degli autori dell'informazione. Negli ultimi tre anni sono stati fatti molti passi avanti e la presenza degli scienziati, nella rete della comunicazione della scienza, si fa ogni giorno più consolidata.

## **WEB**

Nel Web gli esempi di siti e blog dedicati alla Fisica hanno dimostrato un impegno notevole nell'adattamento al WEB 2.0. Molti di essi hanno rinnovato la grafica ed adottato

nuovi strumenti che permettono l'iterazione dell'utente. Esempi di strumenti che favoriscono la collaborazione tra l'editore e gli utenti sono: la possibilità di commentare i post della redazione; il collegamento con gruppi e pagine nei maggiori social network per un confronto diretto e i contenuti multimediali accessibili attraverso applicazioni in rete di facile utilizzo.

### BLOG

Lo strumento del blog è stato inizialmente etichettato come “gioco”, come la maggior parte di quelli provenienti dal Web, per poi essere stato preso in considerazione dagli stessi scienziati con due diverse modalità: come blog personale dello scienziato che dà una visione umana di sé e racconta la scienza attraverso le proprie esperienze; oppure come blog sulla scienza, in cui lo scienziato non è protagonista ma autore esperto dei contenuti. L'utilizzo del blog per comunicare la Fisica e le altre scienze è uno dei passi che gli utenti del Web hanno fatto verso la socializzazione delle informazioni. Da “diario”, nato in sostituzione di quello cartaceo, prerogativa di utenti interessati solo alla pubblicazione di contenuti personali, ad agile strumento per la comunicazione della scienza attraverso un utilizzo mirato e consapevole.

### SOCIAL NETWORK

Altro mezzo all'inizio poco valutato tipico del Web 2.0, è il social Network. Con questa definizione vengono identificati tutti quei servizi in rete che permettono, attraverso un'iscrizione, di accedere a spazi per la condivisione di contenuti multimediali e l'iterazione sociale con gli altri iscritti.

I due social Network maggiormente conosciuti sono Facebook<sup>1</sup> e Twitter<sup>2</sup>.

1. Statistiche utilizzo Facebook (Facebook, Inc. – News Provided by Acquire Media (Giugno 2012));
  - 955 mil di utenti attivi mensilmente, con un incremento annuo del 29%;
  - 552 mil di utenti attivi quotidianamente, con un incremento annuo del 32%;
  - 543 mil di utenti che mensilmente usano FB da mobile, con un incremento annuo del 67%.
2. Statistiche utilizzo Twitter: (© SitebySite Srl – luglio 2012)
  - 100 mil di utenti attivi, 300.000 nuovi visitatori al giorno;
  - il 50% degli utenti accede ogni giorno, il 40% degli utenti si limita a leggere le notizie;
  - 175 mil di tweet al giorno, 750/sec;
  - il 64% degli utenti accede da twitter.com, il 16% da app mobile e il 10% da un Twitter client (es. Hootsuite);
  - il 69% degli utenti decide chi seguire grazie a suggerimenti degli amici, il 47% in seguito a ricerca online, il 44% grazie a suggerimenti di Twitter e il 31% grazie agli account promossi.

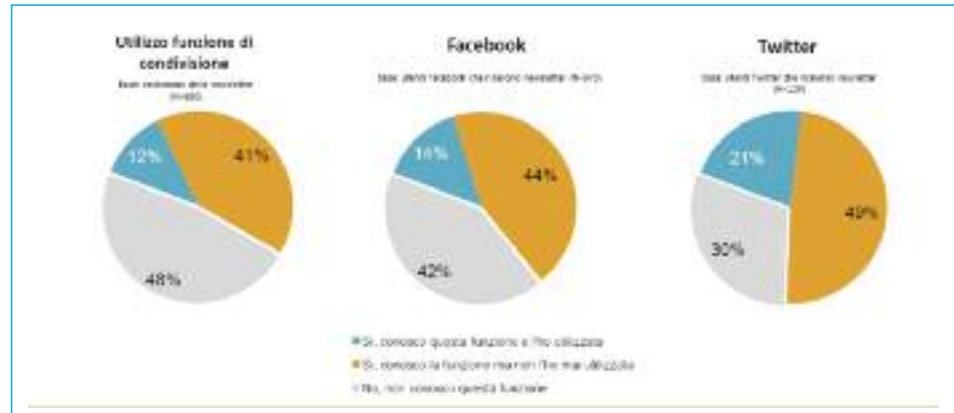


Figura 1: a cura di © SitebySiteSrl – gennaio 2011

Sebbene la loro prerogativa sia quella socializzante, il loro utilizzo ha subito dei cambiamenti notevoli negli anni, ponendoli a pieno diritto tra gli strumenti da utilizzare nell'organizzazione di progetti di comunicazione che vogliano essere efficaci e raggiungere un ampio bacino di utenti della rete.

L'errore che più frequentemente viene fatto guardando a tali reti sociali è quella di giu-

dicare il mezzo attraverso i fruitori. In effetti i social network sono stati ideati con scopi diversi da quelli che si trovano ad assolvere oggi e le implementazioni che possano renderli strumenti professionali per la comunicazione della scienza sono lontane e forse di poco interesse per i proprietari delle piattaforme stesse.

Come accaduto per i blog però, anche questi ambienti fortemente comunicativi, sono stati presi d'assalto dagli utenti che in rete cercano informazioni e contenuti di tipo scientifico. Anche se all'inizio gli scienziati e comunicatori della scienza hanno guardato dall'alto il fenomeno, criticando soprattutto la scarsa qualità delle informazioni che venivano distribuite attraverso quegli ambienti, abitati da esperti autoproclamati e scienziati di dubbia provenienza, ad oggi la sfida che i veri portatori della conoscenza scientifica, si trovano ad affrontare è quella di comunicare negli stessi spazi dove hanno proliferato i tuttologi ed essere riconosciuti come fonti autorevoli di un'informazione inattaccabile.

### APPLICAZIONI

L'aumento esponenziale delle Applicazioni Web e Mobile pone un interessante interrogativo: le "App" (così comunemente definite) possono aiutare la comunicazione e la divulgazione dei contenuti scientifici? A questa domanda si può rispondere affermativamente ma con una fondamentale distinzione. Le App possono risultare molto utili in due modi: implementando delle tool a tema scientifico oppure utilizzandole per la comunicazione.

Gli ambiti di sviluppo sono molteplici e possiamo sintetizzarli in:

- Manuali e Dizionari: App che mettono a disposizione dei testi digitali;
- Tutorial: App per l'esecuzione di calcoli, altre con la dimostrazione di teorie o tavole di esempio ed esercizi di Fisica, Matematica, Chimica etc.;
- Podcast e Mappe: App che attraverso i servizi di sharing audio/video oppure di geolocalizzazione, permettono la divulgazione di contenuti multimediali a tema scientifico e la fruizione di contenuti legati alla propria posizione.

### AMBIENTI VIRTUALI<sup>3</sup>

Anche i "Virtual Enviroments" hanno subito uno sviluppo negli anni che si è reso utile alla scienza. Molteplici sono gli esempi internazionali di Università ed altri enti<sup>4</sup> che hanno creato una loro sede in un ambiente virtuale e, attraverso le peculiarità dello stesso, hanno realizzato progetti scientifici (come il progetto americano "eHealth Program" dello Sbarro Institute for Cancer Research and Molecular Medicine) ed educational con riconoscimenti e titolo di studio validi nel percorso di studi o come specializzazione. Anche la comunità italiana è attiva da anni con progetti di comunicazione e divulgazione culturale<sup>5</sup> e scientifica<sup>6</sup>, progetti formativi per adulti e collaborazioni con enti pubblici per la realizzazione di progetti didattici per gli studenti della scuola dell'obbligo.

3. Gli ambienti virtuali presi in considerazione sono: Second Life, Craft, EdMondo e JokaydiaGRID
4. L'elenco delle Università ed Enti Educational presenti in Second Life è consultabile a questo link [http://wiki.secondlife.com/wiki/Second\\_Life\\_Education\\_Directory](http://wiki.secondlife.com/wiki/Second_Life_Education_Directory)
5. Un esempio italiano di divulgazione culturale e sperimentazione formativa in Second Life e altri ambienti virtuali è quello proposto dal gruppo Italian Mood ([www.italianmood.net](http://www.italianmood.net)) che, grazie alla competenza di un team di professionisti in diversi ambiti e di partnership con realtà professionali all'avanguardia nel campo della comunicazione (La Fonderia delle Arti di Roma, Ultimabooks libraio online, BBN editore digitale, etc.), offre una vasta scelta di possibilità a chi vuole sfruttare al meglio le peculiarità degli ambienti virtuali come valore aggiunto nei loro progetti professionali. Tra le varie attività spiccano i corsi di lingue, di latino, il Café Filosofico, le lezioni di Storia dell'architettura, i progetti legati all'editoria digitale e la formazione a distanza in ambito musicale, completata da esibizioni live tramite l'ambiente virtuale e la produzione di cd e pubblicazioni di vario tipo.
6. Il gruppo di riferimento nella comunità italiana per la divulgazione scientifica negli ambienti virtuali è Second Physics che dal 2008 propone eventi di divulgazione e formazione come Scienza on the Road

Il programma di ricerca "eHealth" riguarda in particolare l'intersezione di discipline quali l'informatica medica, la salute pubblica e l'e-learning con l'obiettivo di migliorare l'assistenza sanitaria attraverso le più recenti tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Un aspetto importante di questo programma è il Digi S Lab, una piattaforma virtuale scientifica che facilita un alto livello di networking, collaborazione e partecipazione tra gli utenti. Parte del Digi S Lab sono due isole in 3D (Biomedicine Research Labs) in SecondLife, dove è possibile fare conferenze virtuali, e diversi protocolli di e-learning per studenti e personale scientifico. Applicazioni in corso del programma eHealth sono: eLearning simulazioni mediche, Virtual Science e progetti clinici.



#### DIGITAL PUBLISHING

Con il termine self publishing si identificano quelle pubblicazioni che ogni utente del Web può realizzare facilmente da solo, attraverso gli strumenti che alcuni siti mettono a disposizione, eliminando il passaggio attraverso l'editore.

Tali strumenti permettono la pubblicazione di testi in diversi formati.

Quello più conosciuto è l'ebook. Altri strumenti permettono la realizzazione di pubblicazioni WEB, sotto forma di magazine. Tali pubblicazioni possono contenere non solo testo ma anche audio, video, slides, animazioni e altri oggetti implementati per tale uso. La loro distribuzione avviene attraverso un semplice link.

Abbiamo presentato solo alcuni degli strumenti a disposizione della comunicazione della scienza. È nostra convinzione che si svilupperanno altri strumenti sempre più interattivi, capaci sempre più di gestire e proseguire nell'intento di comunicare la Scienza attraverso la competenza di chi la vive.

di Riccardo Faccini <sup>2,3</sup>  
Gianluca Li Causi<sup>1</sup>  
Carlo Mancini <sup>4,5,6</sup>  
Giovanni Mazzitelli <sup>3,6</sup>  
Giovanni Organtini <sup>2,3</sup>  
Chiara Piselli <sup>7</sup>

<sup>1</sup> *INAF – Osservatorio  
Astronomico di Roma*  
<sup>2</sup> *Università di Roma  
“Sapienza”*  
<sup>3</sup> *Istituto Nazionale  
di Fisica Nucleare,  
Sez. di Roma*  
<sup>4</sup> *Università degli Studi  
Roma III*  
<sup>5</sup> *CERN*  
<sup>6</sup> *Associazione Frascati  
Scienza*  
<sup>7</sup> *Redazione de “La Re-  
pubblica”*

# FISICAST

## SPIEGARE LA FISICA CON UN PODCAST



### ABSTRACT

Mancava ancora un podcast che parlasse di fisica in italiano. Abbiamo deciso di colmare questa lacuna realizzando un podcast audio con periodicità mensile, assolutamente gratuito. Il nostro obiettivo è stimolare curiosità e pensiero scientifico nelle persone non esperte con una modalità facilmente fruibile. In particolare ci riferiamo a studenti delle scuole superiori, a studenti universitari di altre discipline e ad adulti appassionati di scienza.

Questo articolo descrive quali considerazioni hanno guidato le nostre scelte realizzative, come funziona la nostra produzione e quali sono le difficoltà maggiori che stiamo affrontando e le soluzioni che stiamo adottando.

### FINALITÀ E CONTENUTI

Fisicast nasce dal desiderio di un gruppo di ricercatori di realizzare un prodotto accessibile per il vasto pubblico, fruibile in modo semplice e didatticamente accurato. L'obiettivo principale è coinvolgere i giovani, per avvicinarli alle carriere scientifiche e, più in generale, di diffondere la cultura scientifica, avvicinando l'italiano qualunque ad una materia complessa come la fisica. Ha inoltre l'obiettivo di educare i ricercatori a comunicare e avvicinare la società alle ricchezze della ricerca e ai suoi attori nel tentativo di abbattere lo stereotipo del ricercatore chiuso nel suo laboratorio lontano dal quotidiano.

Con questo spirito abbiamo creato, nel contesto del progetto RadioScienza dell'Associazione Frascati Scienza, “FISICAST”, il primo podcast di fisica in italiano ([www.fisicast.it](http://www.fisicast.it)).

Il progetto si propone di spiegare in modo innovativo i concetti della fisica, i fenomeni della natura e le tecnologie di uso comune, con la finalità di fornire spunti di riflessione e di stimolare la cultura scientifica e l'interesse nella ricerca in una società, come la nostra, che ne è povera. Esso è rivolto a persone qualunque, dagli studenti universitari con conoscenze diverse dalla fisica ad adulti curiosi. Contempliamo anche l'ipotesi che lo strumento possa essere utilizzato nell'insegnamento nelle scuole superiori per stimolare curiosità nei giovani tramite uno strumento che risulti a loro "appetibile".

Per raggiungere queste categorie abbiamo deciso di produrre brani esclusivamente audio, cioè da ascoltare mentre si fa altro, in particolare quando si fa jogging, si fanno le pulizie, si sta sdraiati sulla spiaggia a prendere il sole...

Gli argomenti affrontati si possono suddividere in tre categorie.

Le puntate che parlano di principi fondamentali della fisica introducono il lettore ai concetti di base portando esempi legati all'esperienza quotidiana. Nascono così la puntata sul "Tempo", quella sullo "Spazio" e quella sulla "Relatività Speciale"

In altre puntate si spiega il funzionamento di strumentazioni o di fenomeni con i quali si viene a contatto quotidianamente, con maggiore attenzione sempre agli aspetti fisici e senza soffermarsi su aspetti ingegneristici. Abbiamo per esempio le correzioni necessarie per tener conto della relatività speciale e generale nel funzionamento di un GPS, oppure abbiamo usato la descrizione del cielo stellato come pretesto per introdurre le tecniche di misura di distanze interstellari. Abbiamo usato l'effetto della "gravità zero" per spiegare le forze fittizie e il funzionamento dei cancelli automatici per introdurre l'effetto fotoelettrico.

Infine, alcune puntate sono dedicate alla frontiera più avanzata e alle novità del momento. Abbiamo dunque celebrato la scoperta del Bosone di Higgs e pubblicizzato l'uscita del libro "La fisica della sobrietà".

#### MODALITÀ REALIZZATIVE

FISICAST consiste di brani audio di durata minore di 15 minuti, in formato di intervista, dialogo o mini-seminario, raccontate in linguaggio comune, senza supporre un livello di preparazione specifica predeterminato e senza utilizzare formule matematiche. La modalità puramente audio è vantaggiosa sia per il relatore perché privandolo di strumenti visuali lo obbliga a spiegare più estesamente e in modo più semplice il proprio argomento, sia per l'ascoltatore perché ne stimola la riflessione oltre ad essere di più comoda fruizione (iPod, CD-audio, radio).

Abbiamo fissato una frequenza mensile di pubblicazione perché abbiamo valutato fosse la massima sostenibile per garantire qualità, date le nostre forze. Siamo in effetti riusciti nell'intento di assicurare regolarità alle nostre puntate e questo è già un punto di forza rispetto a buona parte dei podcast esistenti.

Le puntate si possono scaricare individualmente dal sito ([www.fisicast.it](http://www.fisicast.it)) ma le modalità di download canoniche sono quelle proprie di un podcast: abbonamento su iTunes o feed RSS (<http://www.radioscienza.it/category/fisicast/feed/>).

Offriamo anche la possibilità di ricevere la notifica delle nuove puntate via e-mail abbonandosi a una newsletter. L'intera opera è gratuita e protetta da licenza Creative Commons (<http://creativecommons.org/>).

Per una maggiore diffusione dell'iniziativa è stato creato un canale YouTube dedicato e sono stati masterizzati centinaia di CD con una selezione di puntate e l'indicazione sulla copertina del sito internet. Questi CD sono stati distribuiti in occasione di interventi pubblici dei membri di FISICAST.

La nostra finalità non si limita puramente ad “informare” la gente sulle cose della fisica, ma ambisce a far “comprendere” all'ascoltatore i concetti esposti, partendo dalla sua idea della fisica, utilizzando il suo linguaggio e tenendo in primo piano i suoi commenti. Il processo di produzione di una puntata è dunque il seguente. Un fisico (sia esso parte di FISICAST o esterno) concorda con gli autori di questo articolo, che costituiscono il “Comitato Editoriale”, un argomento e produce una bozza di circa 10.000 caratteri in uno dei tre formati. La bozza viene prima revisionata dal “Comitato Editoriale”, che ne valuta sia il rigore scientifico che la chiarezza. Infine il testo viene vagliato da una o più persone non esperte del campo che giudicano l'interesse e la comprensibilità del testo, dettagliando i concetti che non hanno capito. Ha inizio quindi una fase di iterazione in cui la spiegazione viene migliorata fino a quando i lettori esterni ritengono di aver compreso i concetti della puntata. A questo punto siamo pronti per la registrazione presso la sala incisioni di RadioSapienza del Dipartimento di Scienze della Comunicazione dell'Università degli studi di Roma. La puntata viene dunque alternando il parlato ad intervalli musicali. La puntata viene infine caricata sul sito, su iTunes e su YouTube. A tutto febbraio 2013 sono state pubblicate 11 puntate con in media circa 1300 ascolti per puntata.

#### CRITICITÀ DEL PROGETTO

La nascita del testo di una puntata è un processo articolato. Il primo scoglio, affrontato generalmente insieme a tutto il “Comitato Editoriale”, è la scelta del contenuto della puntata. Bisogna scegliere argomenti che si riescano a trattare in modo sufficientemente chiaro all'ascoltatore e che siano anche di suo interesse. In merito a questo, una delle grandi difficoltà è riuscire a valutare il grado di apprezzamento e di interesse per le nostre puntate. L'unico strumento che stiamo utilizzando è Blubrry che ci permette di stimare il numero di downloads come riportato in Fig.1. Si può notare che abbiamo superato i 15,000 downloads e che la crescita è stata abbastanza costante, con un incremento significativo in occasione della puntata sul Bosone di Higgs, a fine luglio, ed enorme in occasione della puntata di gennaio



Figura 1: Andamento nel tempo dei download di FISICAST. In rosso è indicato l'integrale delle 4 settimane precedenti alla settimana in ordinata.

sulla relatività speciale.

All'interno di un argomento occorre poi scegliere quali aspetti trattare, resistendo alla tentazione di eccessiva generalizzazione o approfondimento. Nei circa quindici minuti dedicati a ogni argomento si possono evidenziare solo pochi aspetti di un problema. In ogni caso tentiamo



di cominciare sempre la puntata da un aspetto pratico applicativo per agganciare l'attenzione dell'ascoltatore e solo poi entrare nel merito della fisica.

Infine si affronta il problema degli esempi da usare per chiarire i concetti e del linguaggio da utilizzare. Questa è la parte più difficile per noi che non siamo divulgatori professionisti. Per ovviare a questa difficoltà abbiamo introdotto nel processo di stesura del testo la lettura da parte di un non esperto, che varia di volta in volta, per individuare le criticità nella divulgazione del concetto che stiamo trattando. Questo articolato processo di formazione del testo si deve coniugare con il rigore dei concetti espressi. In realtà ci si impegna a non introdurre mai errori di fisica, ma inevitabilmente si deve procedere per approssimazioni, anche grossolane, che tentiamo di chiarire di volta in volta.

Anche gli aspetti tecnici presentano le loro difficoltà, alcune non ancora superate. Da un lato gli autori dei testi, che si trovano a registrare le puntate, non hanno una formazione da attori: la dizione lascia a desiderare, il tono della voce può cambiare significativamente all'interno della frase e, soprattutto, spesso è evidente che si sta leggendo un testo scritto, dando dunque particolarmente l'impressione di una "finta intervista". Il problema della scarsa dizione è stato risolto dalla presenza di una professionista nella comunicazione (Chiara Piselli) come intervistatrice. Mentre infatti a un ricercatore non è richiesta professionalità nella comunicazione, all'intervistatrice sì. Imperfezioni nel tono della voce possono essere corrette in post-produzione. Il problema più difficile da affrontare è quello della capacità di leggere un testo in modo naturale.

Inoltre, la qualità del suono e la regia delle puntate (intesa come scelta delle musiche, della collocazione e della lunghezza delle pause) hanno un peso sostanziale nel gradimento del pubblico, come constatiamo dai commenti che riceviamo, incentrati su questi aspetti. Dopo le prime puntate, abbiamo cominciato a registrare nella sala incisione di RadioSapienza e questo ha già migliorato notevolmente la qualità del nostro audio. Il fatto di incidere a RadioSapienza, che paga regolarmente contributi SIAE forfettari, ci permetterà d'ora in poi di ampliare il repertorio delle nostre musiche. Infine, stiamo cercando contatti all'interno del dipartimento di Scienza della Comunicazione per trovare uno o più volontari per realizzare una post-produzione più professionale.

## CONCLUSIONI

FISICAST è un podcast di Fisica, il primo in italiano, creato dal nulla in pochi mesi. Ha dimostrato di avere ottime potenzialità comunicative nonostante le difficoltà che ancora ci sono da affrontare per migliorare la qualità del prodotto sia dal punto di vista comunicativo che tecnico.

di Luciano Paccagnella

*Dipartimento di  
Culture, Politica  
e Società*

# *Web 2.0: dalla divulgazione alla co-produzione della conoscenza scientifica?*

## OPPORTUNITÀ E LIMITI

### ABSTRACT

Il web 2.0 viene descritto come un luogo di collaborazione diffusa e produzione distribuita. Tuttavia, alcune stime avvisano circa l'effettiva distribuzione di tale partecipazione: secondo una rinnovata e per certi versi invertita interpretazione della legge di Pareto, molti consumano ciò che pochi producono. Cosa implica tutto questo nel campo della produzione di conoscenza scientifica? Ci troviamo davvero di fronte, come ipotizza qualcuno, a una scienza "post-accademica" co-prodotta da scienziati e persone comuni? E che ne è della sua autorevolezza, nel momento in cui la scienza apre le proprie torri d'avorio alla trasparenza del web collaborativo?

### IL WEB 2.0

Da una decina di anni ormai si parla di web 2.0 come di un nuovo paradigma comunicativo all'interno della società dell'informazione. Caratteristica peculiare di questa novità sarebbe la diffusione dei processi partecipativi promossi dagli utenti per la creazione dei contenuti. In pratica, le piattaforme più comunemente associate all'idea di web 2.0, come Facebook, YouTube, Twitter, E-Bay, Wikipedia e molte altre, pur nella loro eterogeneità sono accomunate dal fatto di non produrre contenuti, ma di lasciarli produrre ai propri utenti.

Sotto alcuni aspetti questa concezione del web 2.0 ricorda il funzionamento della ricerca scientifica in quanto basato sulla collaborazione diffusa di reti di ricercatori, dove il singolo scienziato geniale rappresenta più l'eccezione che la regola.

Simili piattaforme di peer production (Benkler, 2006) sollecitano profondi interrogativi: a chi appartengono i "contenuti generati dagli utenti"? Chi ne trae profitto? Si tratta di beni pubblici (come nel caso delle voci di Wikipedia) oppure di patrimonio di proprietà di aziende private (come nel caso di Facebook)?

L'idea di web 2.0 come piattaforma realmente partecipativa ha suscitato numerose critiche e perplessità (per esempio: Keen 2007, Lovink 2007). Oltre a prefigurarsi sostanzialmente come una nuova ideologia, l'enfasi posta sul potenziale partecipativo del web 2.0 non tiene conto dei dati relativi all'effettiva realizzazione di tale partecipazione. Recuperando a tale proposito la nota "legge di Pareto" sulle disuguaglianze distributive della ricchezza economica (l'80% della ricchezza è detenuto dal 20% della popolazione), è fa-

cile notare come la gran parte dei contenuti “generati dagli utenti” sia prodotto in realtà da una ristretta minoranza di utenti particolarmente attivi.

#### LA SCIENZA POST-ACCADEMICA

L'immaginario retorico del web partecipativo appare esageratamente ottimistico anche quando si accompagna alle sue potenzialità applicate ai processi di produzione della conoscenza scientifica. Le nuove tecnologie della comunicazione possono essere considerate al servizio della scienza su almeno due livelli distinti.

In primo luogo, esse rappresentano formidabili opportunità per la comunicazione della scienza, intesa come divulgazione dei risultati della ricerca. Affiancandosi al lavoro tradizionalmente svolto dai giornalisti scientifici, attraverso siti web, blog, forum e molto altro gli scienziati hanno la possibilità di avvicinarsi direttamente al grande pubblico, condividendo rapporti di ricerca ma anche basi di dati o semplici pensieri, opinioni, valutazioni o preoccupazioni.

In secondo luogo, oltre alla loro funzione di “megafono” a buon mercato, gli strumenti del web 2.0 possono essere visti come veri e propri strumenti di co-produzione di conoscenza scientifica. Si parla in questo caso di “scienza post-accademica” o anche, a seconda degli autori, di “scienza modo-2” o “scienza 2.0”, a indicare un modo di produrre conoscenza scientifica fondamentalmente diverso da quello tipico dell'era industriale (Nielsen 2011; Nowotny et al. 2001; Ziman 2000). Tra le caratteristiche distintive della scienza post-accademica vi sarebbero anche proprio la stretta continuità tra scienziati e pubblico, dove il pubblico non si limita a essere un bersaglio passivo della comunicazione degli scienziati, ma al contrario finanzia, coordina, valuta, discute, suggerisce. Tra gli esempi più frequentemente citati, il ruolo delle associazioni di pazienti affetti da malattie rare nel fund-raising ma anche nel mettere in contatto tra loro scienziati operanti in zone geografiche, ambiti tematici, settori di ricerca diversi, nel promuovere nuove linee di ricerca o addirittura nell'individuare idee e soluzioni sfuggite agli stessi scienziati.

#### UNA SCIENZA “RELATIVA”?

L'effettivo mutamento della scienza verso una direzione “post-accademica” rappresenta tuttora un'ipotesi controversa e non adeguatamente sostenuta da riscontri empirici. Tale ipotesi è tuttavia utile in quanto foriera di interrogativi e dilemmi quanto mai attuali.

Tra i processi che accompagnano lo sviluppo di una scienza post-accademica troviamo anche la diffusione dell'open access (Paccagnella 2010), che permette il libero accesso alla letteratura scientifica non solo agli scienziati, ma anche e forse soprattutto ai non addetti ai lavori, agli appassionati, al pubblico generico. Questo comporta una specie di tsunami informativo: a titolo di esempio, la banca dati Google Scholar (che com'è noto dovrebbe indicizzare esclusivamente testi “scientifici”) alla interrogazione per “Higgs boson” restituisce circa 90.000 risultati. Naturalmente, nessun essere umano è in grado di leggere e valutare una simile quantità di testi. La tentazione per ogni individuo (scienziato o meno che sia) diventa quindi quella di ritagliarsi la propria scienza ad hoc, personalizzata in base alle proprie preferenze, inclinazioni politiche, fedi morali o religiose. Nella società della conoscenza, del web 2.0 e della scienza post-accademica, vale forse la legge della flessibilità dell'expertise scientifica: “data una posizione x si riuscirà sempre a

trovare un parere scientifico y che la sostenga in pubblico” (Bucchi 2010). Al di là della provocazione, l'immagine diventa quella di una scienza controversa, priva di verità acquisite, in cui tutto ha la stessa autorevolezza e dove se anche le controversie non ci sono, le si inventano.

#### QUALE COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA?

Ci sono rimedi alla deriva relativistica di una comunicazione scientifica che, per esempio in alcuni programmi televisivi di divulgazione, affianca conoscenze acquisite e affermate a teorie del complotto, invasioni aliene, “misteri” e fenomeni paranormali? Esiste un modo per comunicare la scienza che permette di distinguere ciò che è scientifico da ciò che non lo è, pur conservando l'apertura a nuove ipotesi, lo scetticismo sistematico, l'innovazione creativa, tipiche della scienza in generale e ancora di più di una società dell'incertezza come quella odierna?

In assenza di facili ricette, propongo alcuni punti:

- Prendere atto che la scienza è cambiata: forse non è ancora davvero “post-accademica”, ma è certamente una scienza meno monolitica di un tempo e più incline alle controversie;
- Comunicare non significa semplicemente divulgare o informare, ma significa mettersi in discussione, di fronte ai colleghi come di fronte al pubblico;
- Il cosiddetto “pubblico” è eterogeneo tanto quanto gli scienziati, non è ignorante, non è stupido, non è ingenuo, non è un contenitore in attesa di essere riempito;
- Più che comunicare i risultati (cosa senz'altro facile nel web 2.0), comunicare la scienza oggi significa valutare la qualità della conoscenza scientifica e affinare le capacità cognitive critiche che ci permettono (a tutti: scienziati e non scienziati) di destreggiarci tra i 90.000 risultati restituiti da Google Scholar cercando il bosone di Higgs.

Quest'ultimo punto è di fondamentale importanza. Il Web 2.0 e la sovrabbondanza di informazioni impongono lo sviluppo di nuove competenze. Non potendo leggere tutto, come selezioniamo ciò che merita il nostro tempo e la nostra attenzione? In base a quali criteri ci soffermiamo su qualcosa, mentre tralasciamo totalmente qualcos'altro?

Fino a poche decine di anni fa, nel mondo dell'editoria scientifica esistevano le “fonti autorevoli” e quelle “non autorevoli”; oggi con il web 2.0 questo confine si è fatto sfumato e in generale la nostra vita cognitiva è diventata più faticosa e incerta

---

### *Bibliografia*

- Benkler, Y. [2006], *The wealth of networks: How social production transforms markets and freedom*, New Haven, Yale University Press, trad. it. *La ricchezza della rete. La produzione sociale trasforma il mercato e aumenta le libertà*, Milano, Università Bocconi Editore, 2007;
- Bucci, M. [2010], *Scienziati e antiscienziati. Perché scienza e società non si capiscono*, Bologna, Il Mulino.
- Keen, A. [2007], *The cult of the amateur. How today's internet is killing our culture and assaulting our economy*, London, Brealey, trad. it. *Dilettanti.com. Come la rivoluzione del Web 2.0 sta uccidendo la nostra cultura e distruggendo la nostra economia*, Novara, DeAgostini, 2009;
- Lovink, G. [2007], *Zero Comments: Blogging and Critical Internet Culture*, London, Routledge, trad. it. *Zero comments. Teoria critica di Internet*, Milano, Bruno Mondadori, 2008;
- Nielsen, M. [2011], *Reinventing Discovery: The New Era of Networked Science*, Princeton, Princeton University Press, trad. it. *Le nuove vie della scoperta scientifica. Come l'intelligenza collettiva sta cambiando la scienza*, Torino, Einaudi, 2012;
- Nowotny, H., Scott, P. e Gibbons, M. [2001], *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Cambridge, Polity Press;
- Paccagnella, L. [2010], *Open Access. Conoscenza aperta e società dell'informazione*, Bologna, Il Mulino.
- Ziman, J. [2000], *Real Science: What it is, and What It Means*, Cambridge, Cambridge University Press.

di Piero Patteri

INFN-LNF

# *La divulgazione scientifica stile Web 1.0 al tempo del Web 2.0*

## SOMMARIO

L'evoluzione del World Wide Web, con l' introduzione di forti elementi di interazione con i visitatori, generalmente definito WEB 2.0, ha posto anche i siti tradizionali in stile WEB 1.0 di fronte una serie di scelte, per rinnovarsi seguendo nuovi modelli, o confermare certe caratteristiche peculiari dei siti statici. Nella comunicazione è riportata l' esperienza dell' autore sia nel contribuire al rinnovamento del sito dell' Istituto Nazionale di Fisica Nucleare <http://scienzapertutti.lnf.infn.it> insieme ad altri ricercatori dell' Istituto, sia nella personale esplorazione del WEB 2.0 stimolata dalla partecipazione di blogger scientifici a ComunicareFisica2010

## INTRODUZIONE

Una rassegna sui siti divulgativi di scienza in italiano deve necessariamente limitarsi alle esperienze personali, ed è soprattutto influenzata dai criteri che hanno ispirato la propria attività in questo settore. È innegabile che sia difficile scrivere testi comprensibili da un lettore curioso di scienza, ma dotato solo di nozioni a livello liceale, e talvolta neanche di quelle, sia per il basso livello di preparazione scientifica dato dalle scuole italiane, sia per la lontananza temporale da quegli studi. L' obbiettivo della divulgazione in rete non può prescindere da queste considerazioni e deve adeguarvisi, sforzandosi di sfruttare i nuovi strumenti offerti continuamente dall' evoluzione del web. I siti concepiti solo come vetrine delle attività istituzionali, senza ambizioni educative, sono evidentemente esclusi da queste considerazioni. Ci sono vari motivi che portano un navigatore del web ad approdare a un sito divulgativo e naturalmente il sito verrà valutato sulla rispondenza alle aspettative. Il visitatore più motivato ed esigente è certamente quello che cerca approfondimenti di una notizia trovata su radio, tv, giornali o social network; un'altra tipologia di visitatore interessante è quello che per curiosità o desiderio di arricchimento culturale visita sistematicamente un sito divulgativo. Per entrambi Wikipedia è spesso il primo approdo, ma proprio per la sua enciclopedicità può essere dispersiva e quindi lasciare spazio a siti più specializzati.

La divulgazione scientifica attraverso il web è certamente meno curata in Italia rispetto al mondo anglosassone. Purtroppo la scarsa dimestichezza con l' inglese degli studenti italiani rende inadeguata la tecnica di creare una prima interfaccia in italiano e poi aggiungere collegamenti a siti stranieri. Solo L' INAF, oltre all' INFN, sembra aver dedicato attenzione

all' aspetto educativo, più che meramente informativo, dei propri siti divulgativi. Il CNR sembra preoccuparsi più di studiare come si fa divulgazione che di farla estesamente.

#### LA DEFINIZIONE DI UN PROGRAMMA EDITORIALE

Per i siti divulgativi di scienza, che potremmo definire istituzionali, perché sviluppati nell' ambito di università o enti di ricerca il primo problema è il mantenimento di autorevolezza e attendibilità, attenendosi anche sul web ai principi seguiti nella stesura di articoli scientifici. A questo principio, talvolta confuso con la seriosità, viene spesso sacrificata la fruibilità dei contenuti, anche a causa del narcisismo degli autori. Un sito divulgativo deve definire un proprio programma editoriale, come farebbe una rivista a stampa, scegliendo la forma grafica, il linguaggio, i contenuti e gli strumenti di utilizzo in relazione ai lettori a cui vuole indirizzarsi. Ci si deve domandare quali siano le motivazioni e le aspettative di un visitatore, e come non deluderlo. Individuare una tipologia di visitatore di riferimento e cercare di immedesimarvisi è un metodo efficace: le pagine che presentano, anche con ricchezza di informazioni, le attività degli istituti di ricerca sono invece spesso concepite come una vetrina, rivolta agli addetti ai lavori, e quindi coinvolgono poco un visitatore inesperto. In questo quadro sono una eccezione i musei scientifici, che evidentemente si giovano della propria vocazione ed esperienza didattica. I principi che hanno ispirato nel 2001 la prima versione di *ScienzaPerTutti*, indirizzata soprattutto agli studenti delle scuole superiori o universitari di facoltà diverse da quelle scientifiche, sono qui riportati come riferimento rispetto a cui presentare le caratteristiche di altri siti divulgativi, o di intere categorie di essi. La validità di questi criteri è stata provata dal lungo successo di *ScienzaPerTutti*, e dal numero di accessi, rimasto abbastanza stabile nonostante il sito sia rimasto per un lungo periodo senza aggiornamenti; per questo motivo quei principi sono rimasti in gran parte alla base della nuova versione, rilasciata all' inizio di febbraio 2013.

#### I CRITERI GUIDA DI SCIENZAPER TUTTI

1. **Lingua:** realizzare un sito originale in lingua italiana, resistendo alla tentazione di tradurre semplicemente da uno degli innumerevoli, ed eccellenti, siti divulgativi in lingua inglese. Grande attenzione è stata dedicata alla scelta di vocaboli del linguaggio corrente e alla realizzazione di un glossario integrato che includa tutti i termini scientifici utilizzati nel testo;
2. **Temi:** trattare prevalentemente tematiche di interesse INFN, con una ampia aggiunta di pagine di chiarimento e approfondimento dei temi di fisica generale;
3. **Autoconsistenza:** cercare di essere autoconsistenti e completi, per evitare che col tempo la scomparsa di contenuti da pagine inserite con link esterni ne alterasse la fruibilità. Anche la coerenza dello stile, delle notazioni etc. facilita la comprensibilità: in un'opera collettiva questo può essere particolarmente difficile;
4. **Autorevolezza:** mantenere un elevato livello di autorevolezza, sia per l'esperienza dei collaboratori, sia per effetto dei controlli incrociati e dei meccanismi di revisione interna dei contenuti; quest'ultimo contribuisce inoltre alla coerenza dello stile;
5. **Aggiornamento:** realizzare in tempi molto brevi nuove pagine per presentare e spiegare le novità del mondo della ricerca.

Quando nacque ScienzaPerTutti, Wikipedia era agli inizi quindi il problema di far riferimento ai suoi contenuti non si poneva; si scelse sistematicamente di riferirsi solo a siti universitari o comunque istituzionali, in modo da soddisfare i criteri 3) e 4) anche nei riferimenti esterni. Oggi l'autorevolezza di Wikipedia è certamente indiscutibile, ma le sue procedure di aggiornamento e correzione ancora non soddisfano il nostro criterio 3). D'altra parte il criterio 2) escludeva di voler realizzare un sito enciclopedico, intento che oggi sarebbe a maggior ragione ingiustificato, mentre l'obiettivo di essere un sito di riferimento per le tematiche specifiche dell'ente è tuttora tranquillamente perseguibile.

#### LA POSTA DEI LETTORI

Una forma embrionale di WEB 2.0 esiste da tempo in alcuni siti, realizzata attraverso le risposte alle domande e curiosità dei navigatori.

0251. Come si sviluppa il fenomeno delle aurore boreali?

Come si sviluppa il fenomeno delle aurore boreali? (Sereno Piccoli/2014)

Le aurore polari, sono fenomeni che avvengono in alta atmosfera nella zona prossima ai poli terrestri, (ad una distanza tra i 2500 e i 3000 Km) generalmente sopra il 66° grado di latitudine. Talvolta possono avvenire anche a latitudini più basse ed eccezionalmente si possono osservare anche alle nostre latitudini. Questo fenomeno si manifesta contemporaneamente nei due emisferi e prende il nome di "Aurora Boreale" nell'emisfero Nord e di "Aurora Australe" nell'Emisfero Sud.

Le aurore polari sono originate tra i 100 e i 200 Km di altezza nella atmosfera. Degli ioni del cosiddetto vento solare, il flusso di particelle cariche (ioni) provenienti dal Sole che, intrappolate dal campo magnetico terrestre, acquistano le linee di forza, sono costrette verso i poli. Quando queste particelle collidono con gli atomi dei gas rarefatti e ionizzati dell'alta atmosfera (ionosfera) li eccitano e questi emettono una luce caratteristica.

Figura 1: Una recente pagina di <http://www.tutto-scienze.org/>



Per alcuni è un meccanismo di attrazione di visitatori in un contesto sostanzialmente commerciale, come <http://it.answers.yahoo.com/> e anche se il numero di domande e risposte fosse molto grande, non ci si può aspettare di trovare un progetto educativo dietro questa attività. Il format “Chiedi e un esperto ti risponderà” è invece ben curato in siti istituzionalmente divulgativi, come <http://ulisse.sissa.it/chiediAULisse>, dove sono disponibili migliaia di risposte a domande su molti argomenti scientifici e tecnologici.

Altri siti, come <http://scienzapertutti.lnf.infn.it/> hanno limitato i settori per cui rispondono alle domande, ma questo permette poi di delineare un percorso di approfondimenti, attraverso i link al materiale già presente nel sito, per un visitatore interessato. In tal modo inoltre le domande e relative risposte finiscono per costituire una parte integrante del sito, e sempre attraverso un'oculata scelta delle keyword, può essere una delle migliori strategie per l'arrivo di nuovi visitatori.

#### MOTORI DI RICERCA

Quando la dimensione di un sito cresce, diventa utile disporre di uno strumento di ricerca e indicizzazione. Per un redattore, soprattutto in realizzazioni collettive, permette facilmente di evitare duplicazioni, collegare parti già realizzate e uniformare lo stile. Per un navigatore facilita la ricerca di argomenti correlati. Lo sviluppo di questi strumenti di esplorazione nella evoluzione dal WEB 1.0 a WEB 2.0 rende oggi irrinunciabile l'adozione di questi strumenti a qualsiasi sito che voglia superare il livello amatoriale.

Per quanto i motori di ricerca moderni non si limitino alle keyword, ma esplorino il contenuto delle pagine è comunque conveniente facilitare loro il lavoro con una scelta accurata di keyword e di nomi e didascalie delle figure.

Nella pianificazione di un sito bisogna assumere che saranno prevalentemente le strade generate dai motori di ricerca quelle che guideranno i visitatori, assai più che quelle predisposte dal curatore con gli indici o menù.

#### I BLOG SCIENTIFICI

La più vistosa novità della divulgazione scientifica sul WEB 2.0 sono certamente i blog, spesso opera di appassionati estremamente competenti e con una diretta conoscenza delle aspettative e difficoltà dei lettori più giovani.

I blog tenuti da insegnanti inoltre riescono a mantenere un dialogo continuo con i loro visitatori, siano essi studenti o colleghi, che sarebbe difficile conciliare con le attività istituzionali per un sito sviluppato in ambito accademico. Oltre al linguaggio, contenuti e strumenti didattici ben calibrati sulle capacità di utilizzo dei visitatori, svolgono anche un efficace ruolo di rilancio delle novità del mondo della ricerca, che probabilmente resterebbero lontane dalle curiosità di giovani.

Molti di questi blog non hanno un programma editoriale rigidamente predeterminato, in quanto più legati allo svolgimento delle attività scolastiche o agli interessi personali del curatore o dei lettori, ma questo è un aspetto della loro attrattiva, e in fondo uno dei segni del passaggio dalla divulgazione in stile WEB1.0 a quella in stile WEB 2.0.

Un esempio di livello eccellente, anche nel panorama internazionale, di questo tipo di blog è <http://www.tutto-scienze.org/> di Annarita Ruberto.



Figura 2: Una recente pagina di <http://www.tutto-scienze.org/>

La facilità con cui si possono creare blog ha avuto anche un effetto indesiderato: la proliferazione di blog pseudo-scientifici con relative interminabili discussioni tra i sostenitori di opposte opinioni. Questa situazione è inaccettabile in un sito istituzionale, anche se divulgativo, perchè i contributi e commenti di visitatori esterni potrebbero, in mancanza di un opportuno e oneroso lavoro di controllo, inficiare l'autorevolezza che dovrebbe essere la caratteristica principale di questi siti. Probabilmente questo è uno dei motivi che fa preferire in quei casi la forma tradizionale, più facilmente controllabile, del WEB 1.0.

Una prima impressione navigando tra i blog scientifici potrebbe essere che sia un gruppo autoreferenziale, viste le frequenti citazioni e rimandi dall'uno all'altro. In fondo è vero, ma questi rimandi incrociati permettono a un navigatore di evitare i blog pseudo-scientifici, presentandogli invece ricchezza e varietà di contenuti. Bisogna però anche fare la considerazione opposta: quasi tutti i blogger hanno un profilo Facebook su cui annunciano i nuovi post sul loro blog. Questo apre la possibilità di leggere contenuti di scienza a un pubblico

enormemente più vasto di quello che sarebbe raggiungibile restando nel tradizionale formato del WEB 1.0 o del blog. Negli ultimi anni i blog scientifici hanno avviato una iniziativa di grande successo: i Carnevali di scienza. A turno ogni mese un blogger propone un tema e ospita una selezione di contributi scelti tra i post già pubblicati o realizzati appositamente, segnalati dai partecipanti. Al primo Carnevale, dedicato alla matematica, e giunto ormai oltre la 60<sup>a</sup> edizione, ha fatto seguito l'avvio del Carnevale della fisica, della chimica, della biodiversità e dei 'libri di scienza'. Un aspetto particolarmente stimolante dei Carnevali, come lascia intendere anche la denominazione, è che sono aperti a contributi spesso scherzosi e interdisciplinari: presentare le scienze mettendone in risalto l'aspetto ludico è uno dei modi più efficaci per contrastare l'antipatia causata dal cattivo insegnamento. Valga come esempio il blog <http://keespopinga.blogspot.it>



**Poppinga**  
Scienza e letteratura: *terribilis est locus iste*

mercoledì 20 febbraio 2013

### Quattro biografie di grandi della scienza



Insomma c'era un folto polacco, che era anche stato in Italia come Boriek o il papa, che, a furia di calciare epicicli su epicicli, si era messo in testa che un'ipotesi più ragionevole poteva essere quella che al centro del mondo (da intendersi come noi diciamo universo) ci doveva essere il Sole e non la Terra. Non che avesse grandi prove e lui aveva una paura matta di finire arrostito, però scrisse un libro in cui diceva che magari, forse, poteva anche darsi che, la bibbia, chissà, poteva essere interpretata in maniera diversa. Probabilmente proprio perché anche lui faceva oroscopi per tirare la fine del mese, lo lasciarono in pace, e lo non ne la sento di dar contro il mio amico Marco Trainito che dice che ebbe fastuzia di morire prima che uscisse il libro. Alla fine si scoprì che aveva ragione.

Figura 3: Una recente pagina di <http://keespopinga.blogspot.it>

#### CONCLUSIONI

Una rassegna del panorama dei siti divulgativi in italiano non può che lasciare una sensazione di incompletezza. Il resoconto scritto non può dar conto di tanti altri esempi che in una presentazione orale si possono almeno mostrare fuggevolmente e neanche potrebbe elencarli, se non riducendosi ad una arida e comunque parziale lista di URL. Questa brevissima rassegna 'ragionata' ha cercato di raccontare dei criteri guida alla navigazione, ma soprattutto ha voluto ricordare che nella divulgazione non bisogna mai dimenticare il motto di Einstein: 'Fare scienza è anche divertente!'

di Stefano Bagnasco  
Beatrice Mautino  
Andrea Ferrero

# *La comunicazione della scienza al tempo del Web 2.0*

## IL CASO DELL'ENERGY CATALYZER

### ABSTRACT

L'Energy Catalyzer è un apparato per la produzione di energia basato su una ipotetica reazione tra nichel e idrogeno, con un catalizzatore segreto.

Lanciato su YouTube con i video della prima dimostrazione di fronte a una platea di scienziati, le informazioni hanno continuato a diffondersi su blog e riviste online, mentre i media tradizionali arrancavano.

Mentre mancano ancora prove certe del reale funzionamento dell'E-Cat, la vicenda è un buon esempio di comunicazione scientifica "spontanea" al tempo del Web 2.0 con la partecipazione di blogger, esperti veri o presunti, accademici, "insider", giornalisti e semplici curiosi, e la caratteristica polarizzazione del pubblico tra "credenti" e "scettici".

Il 14 gennaio del 2011 Andrea Rossi, un inventore dal passato controverso<sup>1</sup>, mostra a una piccola ma selezionata platea costituita per lo più da fisici e chimici il prototipo di un dispositivo per la produzione di energia basato su una ipotetica reazione endotermica tra nichel e idrogeno, con l'aggiunta di un "catalizzatore" segreto. A detta dell'inventore si trattava di un'evoluzione del lavoro del fisico bolognese Sergio Focardi, che a sua volta aveva studiato le celle a Ni-H negli anni Novanta, all'epoca degli annunci della "fusione fredda" Pd-D di Martin Fleischmann e Stanley Pons<sup>2</sup>.

### ANTEFATTO: SI SGONFIA LA BOLLA DELLA FUSIONE FREDDA

Con la mancanza di verifiche indipendenti, e in particolare con il fallimento della replicazione da parte di due team multidisciplinari ben finanziati e organizzati (uno al MIT e l'altro in Inghilterra), le ricerche sulla fusione fredda furono abbandonate quasi da tutti nel giro di pochi anni: il grafico in fig. 1 riporta il numero di pubblicazioni sulla Fusione Fredda dal 1989 al 2011. Si nota un leggero ritorno di interesse negli ultimi anni, almeno parzialmente giustificato dalla comparsa di una grossa pubblicazione collettanea di review. Continua solo uno sparuto gruppo di ricercatori sparsi in tutto il mondo, lavorando spesso ai margini della comunità scientifica e generalmente senza finanziamenti ufficiali; in Italia per esempio Francesco Celani ai Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, o Francesco Piantelli all'Università di Siena. Per accomodare una vasta gamma di risultati sperimentali controversi, e seguendo il parere generale secondo il quale i presunti feno-

1. Per un riassunto dal punto di vista del protagonista si veda <http://ingandrearossi.com/>

2. Per una ricostruzione storica completa, anche se ancora molto a ridosso dei fatti, si veda per esempio Frank Close, *Too Hot To Handle. The race for Cold Fusion*, Princeton: Princeton University Press (1991) oppure John R. Huizenga, *Cold Fusion: The Scientific Fiasco of the Century* (2 ed.), Oxford and New York: Oxford University Press, (1993)

meni in ogni caso non sarebbero plausibilmente una fusione nucleare in senso stretto, questi vengono ribattezzati con il generico termine di Reazioni Nucleari a Bassa Energia (LENR: Low Energy Nuclear Reactions). Un effetto, probabilmente desiderato, è anche quello di allontanare lo stigma di bufala che il termine Fusione Fredda si porta dietro dal 1989. Allo stesso tempo, la comunicazione all'interno della comunità di ricercatori si sposta dalle riviste mainstream (il paper di Fleischmann e Pons era stato sottoposto a Nature) a congressi e giornali dedicati, mentre la comunicazione pubblica è limitata per lo più a pubblicazioni e siti web di appassionati, spesso sconfinanti nel complottismo<sup>3</sup>.



Figure 1: Numero di pubblicazioni sulle LENR pubblicate in riviste peer-review<sup>4</sup>.

3. Un esempio per tutti: Marco Pizzuti, Scoperte scientifiche non autorizzate, Vicenza: Edizioni Il Punto d'Incontro (2011)

4. Adattato da D. Britz, Cold fusion bibliography, www.dieterbritz.dk

5. L'evento è stato filmato e reso disponibile su YouTube: <http://www.youtube.com/watch?v=z-0WvK2b7dU>, <http://www.youtube.com/watch?v=u-Ru1eAymvE>, <http://www.youtube.com/watch?v=dmHZrhTQhUc>

6. <http://www.queryonline.it/tag/fusione-fredda/>

7. <http://www.journal-of-nuclear-physics.com/files/Levi,%20Bianchini%20and%20Villa%20Reports.pdf> (Gennaio 2011)

8. Per esempio nella domanda di brevetto Method and Apparatus for Carrying out Nickel and Hydrogen Exothermal Reactions (WO/2009/125444) oppure in S. Focardi, A. Rossi, A new energy source from nuclear fusion, <http://www.journal-of-nuclearphysics.com/?p=66> (Febbraio 2010)

### UNA NUOVA FONTE DI ENERGIA? DI NUOVO?

Questo è il quadro in cui si inserisce l'evento del 14 gennaio 2011<sup>5</sup>. Fin dal principio si crea una certa ambiguità sul coinvolgimento del Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna sia nei test che nella stessa realizzazione del dispositivo. Da un lato Sergio Focardi, che ha fatto da consulente di Rossi durante lo sviluppo del prototipo presentato, è professore emerito presso l'ateneo; dall'altra, gli unici ad avere accesso diretto alla stanza dove viene effettuato il test sono due fisici e un tecnico di radioprotezione, sempre dell'Università; tutti gli altri devono assistere da una sala attigua attraverso un sistema video. Qualche settimana dopo Query, la rivista pubblicata del CICAP, si mette in contatto con i fisici di Bologna e inizia a seguire la vicenda, pubblicando una serie di articoli sull'edizione online queryonline.it<sup>6</sup>.

Nei giorni successivi alla dimostrazione sono pubblicati anche tre rapporti<sup>7</sup>: uno sulle misure di radioattività a scopo di radioprotezione, che non rivela alcuna radioattività al di sopra del fondo naturale, uno sulla ricerca (anch'essa con esito negativo) della segnatura fisica del processo  $p + Ni \rightarrow Cu$ , ipotizzato originariamente da Rossi e Focardi essere all'origine della produzione di energia<sup>8</sup>, e uno sulle misure calorimetriche. Le conclusioni del report calorimetrico, pur decisamente ottimiste, indicano come i test siano molto preliminari:

*The amount of power and energy produced during both tests is indeed impressive and,*

*together with the self sustaining state reached during [Test 1] could be an indication that the system is working as a new type of energy source. The short duration of the tests suggests that is important to make more long and complete experiments. An appropriate scientific program will be drawn up.*

Il concetto sarà poi ribadito in numerose altre occasioni da Giuseppe Levi, autore del report, ottimista anche rispetto all'imminenza di nuovi test:

È chiaro, come del resto dico nelle conclusioni del report, che le prime due prove fatte sono da considerarsi estremamente preliminari perché troppo brevi. Stiamo organizzando una prova più lunga, da tenersi in Dipartimento in condizioni più strettamente controllate delle altre coinvolgendo anche colleghi in modo da avere un controllo reciproco<sup>9</sup>.

Di conseguenza Query, rivista di impostazione dichiaratamente "scettica", sceglie come linea editoriale di non entrare nel merito delle misure e dei protocolli sperimentali, ma di sottolinearne il carattere preliminare e sollecitare nuovi test indipendenti e con un protocollo sperimentale più robusto. La scelta, come vedremo, sarà rumorosamente contestata da alcuni lettori che avrebbero preferito un attacco più esplicito ai numerosi aspetti poco chiari della vicenda.

Non abbiamo qui lo spazio per ricostruire completamente la vicenda, che nel corso del primo anno si snoda intorno ad alcuni eventi pubblici intercalati da interviste e dichiarazioni di Rossi. Le dimostrazioni pubbliche dovrebbero tendere a risolvere i numerosi problemi riscontrati nelle misure calorimetriche del primo evento, ma nonostante ogni volta le condizioni sperimentali cambino c'è sempre qualche lacuna nel protocollo sperimentale: il titolo del vapore misurato con uno strumento inadeguato, l'uso di una pompa forse inadatta allo scopo, la mancanza di documentazione delle prove, il cattivo posizionamento delle termocoppie e molto altro. In particolare, le prove non sono mai condotte da tecnici indipendenti ma sempre dall'inventore stesso, con il coinvolgimento di scienziati e giornalisti sostanzialmente in veste di semplici osservatori. Questa prima parte della vicenda si conclude con l'ultima dimostrazione pubblica, il 28 ottobre, in cui Rossi mostra il funzionamento di un impianto da 1 MW termico, costituito da alcune decine di apparecchi collegati in serie all'interno di un container. Alla fine della prova Rossi dichiara che gli incaricati del potenziale cliente (segreto, ma che lascia intendere legato all'ambiente militare) sono soddisfatti. Gli scettici non sono convinti, ma l'evento segna la fine delle dimostrazioni pubbliche. Seguono ancora alcune apparizioni pubbliche di Rossi e dichiarazioni sul suo blog<sup>10</sup>, che racconta di continui sviluppi tecnici e commerciali (come un E-Cat ad alta temperatura o l'imminenza della certificazione di sicurezza dell'impianto industriale da 1MW) che continuano ancora senza essere supportati da prove certe. Tuttavia, in mancanza di dati concreti al di là delle dichiarazioni dell'inventore, anche Query cessa di seguire la vicenda.

Mentre i media più tradizionali arrivano in ritardo all'Energy Catalyzer, il web è il primo luogo in cui l'invenzione di Rossi è presentata al grande pubblico. L'intero evento di gennaio, compreso il dibattito che ne è seguito, è ripreso in tre video pub-

9. <http://www.queryonline.it/2011/02/02/il-ritorno-della-fusione-fredda-ci-risponde-levi/>

10. Il blog di Rossi, nel titolo e nella forma, assomiglia a una rivista scientifica: [www.journal-of-nuclear-physics.com](http://www.journal-of-nuclear-physics.com)

blicati su YouTube. Il web diventa il principale mezzo in cui l'Energy Catalyzer viene discusso, fungendo allo stesso tempo da palcoscenico per Rossi e da arena per discussioni spesso accese. La complessa vicenda meriterebbe analisi approfondite; ci limiteremo qui a notare due aspetti rilevanti in tema di comunicazione della scienza: la difficoltà che hanno avuto le istituzioni coinvolte a comunicare e chiarire la loro posizione, e la polarizzazione estrema del dibattito online tra "scettici" e "tifosi".

#### IL RUOLO DELLE ISTITUZIONI

Fin dall'inizio, come osservato all'inizio, la presenza dei fisici bolognesi all'evento del 14 gennaio genera qualche ambiguità sul ruolo e sull'effettivo coinvolgimento dell'Ateneo, ambiguità accentuata dalla presenza del logo dell'Alma Mater Studiorum sul frontespizio di uno dei report. Come tengono a sottolineare in diverse interviste i rispettivi Direttori, il Dipartimento di Fisica e la locale sezione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare non hanno un ruolo ufficiale: i fisici presenti sono solo spettatori, e quelli che hanno collaborato alle misure lo hanno fatto a titolo personale. Successivamente l'inventore annuncia, per esempio, la stipula di un contratto con il Dipartimento di Fisica dell'Università; dietro il pagamento di una forte somma da parte di Rossi, l'Università si impegna a mettere alla prova il dispositivo e certificarne il funzionamento, oltre forse a partecipare al lavoro di ricerca e sviluppo. Rossi in diverse interviste lascia fin da subito intendere che la collaborazione con l'università è già attiva<sup>11</sup>, costringendo il Dipartimento a frequenti interventi:

L'Università precisa di non essere coinvolta negli esperimenti sull'E-Cat condotti dalla società Leonardo Corp. di proprietà di Andrea Rossi. Nessun esperimento si è svolto presso l'Università di Bologna né è stato condotto da ricercatori dell'Università. Il Dipartimento di Fisica è pronto a svolgere esperimenti sull'apparato E-Cat non appena il contratto siglato con la EFA SrL (la società italiana di Andrea Rossi) sarà reso attivo: a questo scopo erano presenti agli esperimenti, in qualità di osservatori, i ricercatori dell'Università. L'Ateneo continua a seguire con grande attenzione l'evolversi della situazione<sup>12</sup>.

Dopo molti annunci e voci, il contratto viene firmato a giugno<sup>13</sup>; sarà poi dichiarato rescisso per inadempienza dei termini da parte della EFA SpA il 26 gennaio del 2012, con un comunicato ufficiale del Dipartimento di Fisica, che si rende contestualmente disponibile a effettuare con mezzi propri test indipendenti del dispositivo<sup>14</sup>. Il contratto non è mai dunque stato operativo, ma nella percezione di molti, come ci si rende conto guardando per esempio le richieste di chiarimenti che arrivano a Query, il dispositivo è "sponsorizzato" dall'università di Bologna; ancora molto tempo dopo, in agosto, il Dipartimento è costretto a una nuova precisazione:

A seguito delle affermazioni apparse su alcuni mezzi di informazione in merito a un imminente rilascio da parte dell'Università di Bologna di risultati di misure effettuate sull'apparecchiatura denominata "E-cat" del Sig. Andrea Rossi, il Prorettore alla ricerca, professor Dario Braga, e il Direttore del Dipartimento di Fisica, professor Paolo Capiluppi, ribadiscono quanto comunicato alla stampa già a gennaio 2012, e cioè che non esiste alcun rapporto formale tra l'Università di Bologna

11. Si veda per es. [http://www.nyteknik.se/nyheter/energi\\_miljo/energi/article3123849.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/energi/article3123849.ece)

12. [http://www.magazine.unibo.it/Magazine/Universita/2012/01/26/E-cat\\_dichiarazione\\_del\\_Dipartimento\\_di\\_Fisica.htm](http://www.magazine.unibo.it/Magazine/Universita/2012/01/26/E-cat_dichiarazione_del_Dipartimento_di_Fisica.htm)

13. I dettagli del contratto non sono stati mai resi pubblici, ma su Query si trovano molte informazioni in una intervista a Giuseppe Levi: <http://www.queryonline.it/2011/06/23/e-cat-intervista-a-giuseppe-levi/>

14. [http://www.magazine.unibo.it/Magazine/Universita/2012/01/26/E-cat\\_dichiarazione\\_del\\_Dipartimento\\_di\\_Fisica.htm](http://www.magazine.unibo.it/Magazine/Universita/2012/01/26/E-cat_dichiarazione_del_Dipartimento_di_Fisica.htm).

e la EFA srl e che non c'è alcuna misura in atto né ve ne sono in programma sull'apparecchiatura denominata "E-cat" del Sig. Andrea Rossi presso l'Università di Bologna.

L'Università di Bologna ribadisce, tuttavia, la piena disponibilità a mettere a disposizione le proprie competenze e strumentazioni per effettuare misure sulla produzione di calore da parte della apparecchiatura alla condizione che i risultati siano pubblici e divulgabili.<sup>15</sup>

Rossi sfrutta l'ambiguità probabilmente ad arte, circondandosi da un alone di segretezza. Allo stesso modo i dettagli del ventilato coinvolgimento della NASA, o il ruolo di National Instruments nelle sperimentazioni sono chiariti solo grazie alle discussioni degli appassionati sul web: Rossi suggerisce o lascia capire, e il pubblico che dibatte sui blog si preoccupa poi di ricostruire (o tout court costruire) e diffondere la storia completa, mentre le parti coinvolte cercano di aggiustare il tiro.

Un ulteriore esempio della difficoltà degli scienziati a controllare la comunicazione viene dalla visita a Rossi di due autorevoli fisici svedesi, Sven Kullander dell'Università di Uppsala e Hanno Essén dell'Università di Stoccolma; quest'ultimo è anche membro dell'associazione scettica svedese VoF. I due assistono a una dimostrazione dell'E-Cat, in condizioni non dissimili dalle altre, e rilasciano alla rivista svedese Ny Teknik un'intervista che rivela un certo entusiasmo, ma in cui cercano di evidenziare la necessità di ulteriori conferme sperimentali:

*Kullander: I think we have to consider the experimental facts and not indulge too much in speculation about what could happen in theory. We must be sure that they make measurements and observations as accurately as possible, and that the experiment is able to be repeated by independent researchers -- that's not possible in this case (the catalysts in the device are secret) -- but you have to rely on Rossi that he is true to what he conveys, and through discussions with him we may try to conclude how reliable the measurements are. [...]*

*But the patent must be approved and there must be enough data -- all data must be published so that independent researchers can repeat the experiment. Then we can begin to sift through theoretical speculation and proceed to seek explanations. [...]*

*NyT: How credible do you consider the information presented is?*

*Essén: It's very hard to guard against someone who is lying in this context. It's almost impossible for us to know. You try to evaluate the physics and then you assume that the data is presented as honestly as possible.<sup>16</sup>*

15. [http://www.magazine.unibo.it/Magazine/Notizie/2012/08/27/E-cat\\_non\\_ci\\_sono\\_misure\\_in\\_atto.htm](http://www.magazine.unibo.it/Magazine/Notizie/2012/08/27/E-cat_non_ci_sono_misure_in_atto.htm), grassetto nel testo originale

16. [http://www.nyteknik.se/nyheter/energi\\_miljo/energi/article3111124.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/energi/article3111124.ece). Il giornalista di Ny Teknik Mats Lewan ha seguito da vicino le dimostrazioni di Rossi e le ha descritte in una serie di articoli in inglese e svedese, in parte tradotti in italiano su 22passi.

17. [http://www.nyteknik.se/nyheter/energi\\_miljo/energi/article3144827.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/energi/article3144827.ece)

Tuttavia, il messaggio che viene rimbalzato dalla rete è diverso, e come spesso succede la prudenza scientifica scompare. Nonostante il test non sia stato condotto in condizioni diverse dai precedenti, e quindi senza il pieno controllo degli scienziati indipendenti, il titolo su Ny Teknik annuncia:

***Swedish physicists on the E-cat: "It's a nuclear reaction"***

*In a detailed report, two Swedish physicists exclude chemical reactions as the energy source in the Italian 'energy catalyzer'. The two physicists recently supervised a new test of the device in Bologna, Italy<sup>17</sup>.*



## LA POLARIZZAZIONE DEL DIBATTITO

Fin da qualche giorno prima dell'evento del 14 gennaio, il principale mezzo di diffusione sul web delle notizie è 22passi d'amore e dintorni l'eterogeneo blog di Daniele

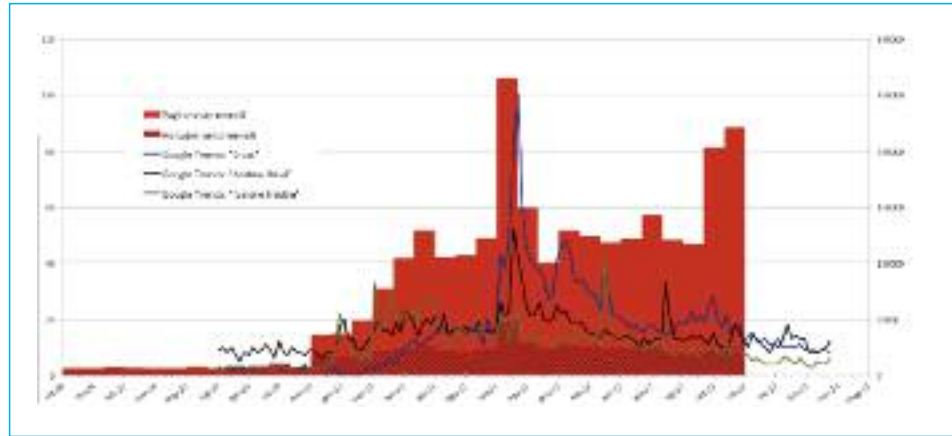


Figura 2: Pagine viste e visitatori unici mensili per il sito *22passi.blogspot.com* correlate con l'indice *GoogleTrends* per alcuni termini relativi all'E-Cat

Passerini<sup>18</sup>. Amico d'infanzia di Giuseppe Levi, Passerini è presente a molte se non tutte le dimostrazioni di Rossi e ha accesso a indiscrezioni e informazioni “dall'interno” che spesso riporta sul suo blog, a volte facendo mostra di ulteriori informazioni che non è autorizzato a divulgare. Passerini sposa la causa dell'E-Cat e prende spesso le difese di Rossi, intervenendo anche vivacemente quando su Queryonline cominciano a comparire i commenti caustici di Camillo Franchini, un chimico nucleare interpellato da Query per un parere tecnico e che critica aspramente sia il coinvolgimento, in qualsiasi forma, dell'Università sia la linea editoriale della rivista. Il dibattito sull'E-Cat continua su 22passi e su Query. Nello spazio dei commenti degli articoli di Query si sviluppano accese discussioni che continuano per centinaia di interventi; i primi cinque articoli per numero di accessi sono dedicati all'E-Cat, e nessun argomento ha mai raggiunto così tanti commenti. Alla fine, la discussione tende a degenerare verso la diffamazione e la redazione è costretta a chiudere i commenti.

Mentre nel mondo si moltiplicano i siti web dedicati all'invenzione di Andrea Rossi<sup>19</sup>, in Italia la comunità di appassionati sostenitori di Rossi si compatta intorno a 22passi, tanto che alcuni lettori del blog organizzano un picnic fuori dell'officina di Rossi a Bologna in occasione dell'ultimo test<sup>20</sup>. Parallelamente, i detrattori più accaniti si organizzano per iniziativa di Franchini un suo nuovo blog<sup>21</sup>; Franchini, insieme alla giornalista Sylvie Coyaud, che sul suo blog su Repubblica<sup>22</sup> non perde occasione per sbeffeggiare gli avversari, diventano gli “arci-nemici”. Da allora, in mancanza di evidenze concrete, le discussioni su entrambi i lati si sono allargate al piezonucleare, alle ricerche di Celani e ad altre forme di fisica “eretica”, ma ogni nuova dichiarazione di Rossi viene nuovamente discussa dalle due comunità contrapposte.

18. [22passi.blogspot.com](http://22passi.blogspot.com)

19. Una semplice ricerca con Google per il termine “E-Cat” restituisce quasi 800 milioni di risultati; tra i primi siti si trovano [ecat.com](http://ecat.com) (il sito ufficiale), [ecatnews.net](http://ecatnews.net), [ecatworld.com](http://ecatworld.com), [ecatalyzer.it](http://ecatalyzer.it), [ecatnews.it](http://ecatnews.it), [ecataustralia.com](http://ecataustralia.com), [leonardo-ecat.com](http://leonardo-ecat.com), [ecat.com](http://ecat.com) e molti altri.

20. <http://22passi.blogspot.it/2011/11/tasting-e-catering.html>

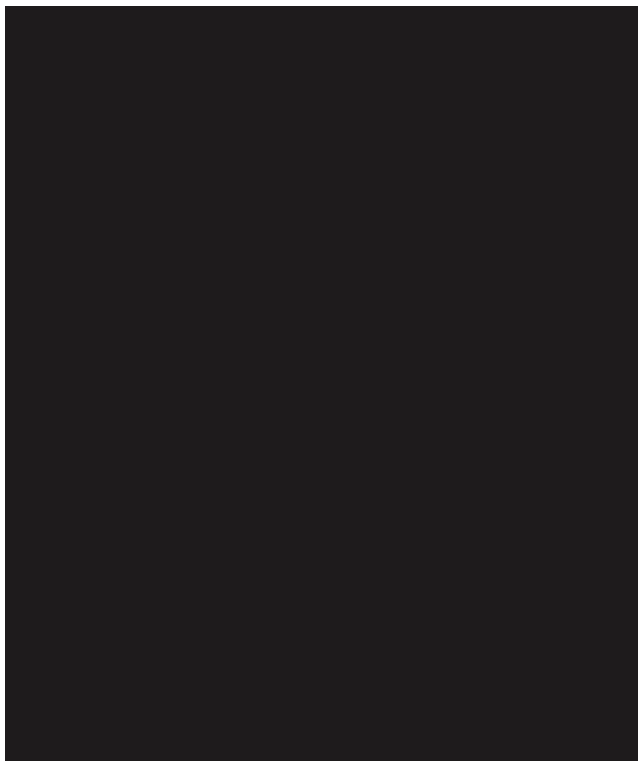
21. <http://fusionefredda.wordpress.com/>

22. <http://ocasapiens-dweb.blogautore.repubblica.it/>

## CONCLUSIONI

Se l'Energy Catalyzer funzioni davvero oppure no è una domanda che non ha ancora una risposta certa, dato che nessuna delle dimostrazioni pubbliche è riuscita a dissipare i dubbi e continua a mancare una verifica indipendente del fenomeno.

Da un'analisi molto qualitativa della vicenda dal punto di vista della comunicazione si può notare come non si possa più considerare marginale la costruzione spontanea della conoscenza nei luoghi del web collaborativo, con risultati difficili da controllare. Da un lato il dibattito si polarizza rapidamente tra sostenitori e detrattori, tra "scettici" e "credenti", dall'altro la "coda lunga" fornisce a chi dibatte sul web argomentazioni la cui autorevolezza scientifica è difficile da verificare per i non esperti. Qualunque sarà l'epilogo, sarà interessante vedere se compariranno analisi più approfondite.



Adamo  
Bardelli  
Brunetti  
Ferrarini  
Lorenzi

*12 ottobre 2012*

Fisica e arte

di Angelo Adamo

INAF-Osservatorio  
Astronomico di Bologna

# Storie di Soli e di Lune

RACCONTI DI SOGNI, RACCONTI DI SCIENZA

## ABSTRACT

In questo spettacolo col quale già da tempo mi esibisco in piccoli teatri, planetari, osservatori, scuole, centri di ricerca e associazioni culturali, approfitto di alcuni "fatti" scientifici per imbastire un discorso divulgativo-teatrale che si dipana attraverso monologhi, proiezioni di illustrazioni e composizioni musicali che fanno da colonna sonora allo svolgersi dell'azione scenica. Mio scopo principale è disorientare lo spettatore ponendolo di fronte al problema di capire se ciò a cui sta assistendo è da ritenersi concerto, spettacolo teatrale, mostra di illustrazioni, conferenza divulgativa o solo happening multimediale. In realtà, ciò che compio è proprio un'operazione divulgativa tesa a evidenziare la necessità di un dialogo quanto più intenso possibile tra i due ambiti "arte e scienza" ritenuti da sempre antitetici, così da consentire di apprezzare quando la dimensione sociale della scienza, quando la dimensione scientifica dell'arte e, in definitiva, la dimensione umana del produrre teorie e opere artistiche alla ricerca spasmodica di una descrizione della realtà che sia sempre più precisa, rassicurante, bella.

---

In origine, il titolo che avevo scelto per questo spettacolo era un altro. Ispirandomi a un noto scritto di Gianni Rodari che, in un'altra mia pubblicazione (*Pianeti tra le note*, Springer 2009) ho immaginato di insignire del titolo di "Astronomo dei bimbi", avevo deciso di intitolare questo spettacolo *Il cielo è di tutti*. Erano anni in cui in Italia montava un certo "imbarazzo" politico e speravo, nel mio piccolo, di poter fare qualcosa per divulgare, oltre a quelli astronomici, anche un concetto oramai vago di democrazia e uguaglianza sociale. In seguito, l'evidente fallimento del mio (e non solo) ridicolo tentativo propagandistico, mi convinse che forse avrei fatto meglio a concentrare le mie forze su ciò che davvero era in mio potere fare come, a esempio, promuovere con lo spettacolo le mie attività, ma anche il mio libro. Non facendo parte della "nazionale scrittori", dovevo organizzarmi da me per far sopravvivere una piccola pubblicazione nel *mare magnum* di quelle che di continuo arrivano sugli scaffali dei negozi. Un oceano che, a meno di essere uno dei soliti noti, è capace di rendere vecchio e far affogare un libro già a pochi mesi dalla sua uscita. Optai allora per dare allo spettacolo lo stesso titolo della mia pubblicazione, titolo che nell'introduzione spiego come segue:

“A parlare saranno persone o oggetti accomunati da solipsismo cosmico; per dirlo in modo più chiaro, si tratterà di entità solitarie, da qui *Soli*, che manifestamente subiscono uno stato d’animo, *Lune*. L’ambientazione astrofisica, essendo io astronomo di formazione, non poteva mancare, ed ecco spiegata l’ambivalenza dei termini nel titolo. Scienza umanizzata; Stelle e stati d’animo; Solitudini e Satelliti e tutte le metafore che si generano affiancando in un gioco che ha del combinatorio i termini “Soli” e “Lune” e i loro rispettivi “Sinonimi e contrari”, che poi è anche il titolo di uno dei racconti che seguono”. Per tentare di esprimere con sufficiente completezza le motivazioni che mi hanno spinto a mettere in piedi questo spettacolo, trovo particolarmente utile continuare a “citarmi” anche nel prosieguo, riportando ampi stralci dell’introduzione a quel mio libro di brevi racconti illustrati a sfondo scientifico (*Storie di Soli e di lune – racconti di sogni, racconti di scienza*, Giraldi Editore, Bologna, 2009) che, nonostante gli anni trascorsi, continuo ancora a trovare esaustiva nello spiegare i miei intenti. Quando pubblicai il libro, mi erano già molto chiare le potenzialità teatrali e divulgative dei racconti in esso contenuti che vedono come protagonisti

“nella maggior parte dei casi persone. A volte invece a parlare saranno oggetti naturali ai quali dò vita e voce perché gli riconosco un tale fascino da farglielo meritare, almeno per il tempo breve tempo che prende il leggere ciò che hanno da dire (...) Per loro stessa natura, questi soliloqui si prestano a essere interpretati a mo’ di monologhi teatrali e molti nascono proprio così, immaginando un palco, una persona che li legga o li reciti e musica adeguata ad accompagnarli. Immagino anche ciò che dovrebbe scorrere alle spalle dell’attore-lettore. Si tratta di una collezione di illustrazioni che in parte allego in questo libro e che non sempre risulta chiaramente connessa al testo.

Invece di vederlo come un problema, spero che questa apparente sconnessione mi aiuterà a dire qualcosa di più rispetto al messaggio letterario. Confido nel fatto che, con questa duplice narrazione su piani solo in apparenza lontani tra loro, io riesca a comunicare a più livelli dando una traduzione grafica dei racconti non sempre esatta, “alla lettera”. L’illustrazione sarà chiamata a dare l’impressione che sia quasi la stessa storia tradotta male in un’altra lingua. E quelli che intendono questa traduzione possono imparare cose nuove, del tutto diverse da quelle che invece percepiscono coloro i quali riescono solo a seguire il testo. A spiegazione di tutto ciò mi viene in mente la traduzione gestuale nel linguaggio dei sordomuti osservata da una persona senza handicap comunicativi: in quello strano linguaggio, il messaggio appare spesso contingente, ridicolo, errato.

Appare. Nel caso di questi miei racconti, spero che tutte le narrazioni possano essere seguite in contemporanea, così come farebbe un direttore d’orchestra con la partitura di una sinfonia. L’obiettivo è esprimere mediante pochi elementi, molto della gamma di significati, il maggior numero possibile di quelli che ci ballano davanti agli occhi quando interpretiamo qualsiasi aspetto del reale”.

Il libro, per quanto le illustrazioni possano suggerire di affrontarne la lettura a più livelli, perde quindi terreno rispetto a una narrazione che si avvalga anche di musiche, gesti e toni modulanti della voce. In futuro, simili problemi verranno di sicuro risolti grazie a una diffusione ancora più capillare - immagino che sarà una vera e propria invasione - di contenuti multimediali al momento solo immaginabile, che verrà supportata da stru-

menti i quali costituiranno l'evoluzione estrema di quelli odierni dalle prestazioni già straordinarie. Bisogna però riconoscere che, anche se per poco tempo ancora, la dimensione *live* caratterizzante esibizioni musicali e teatrali, col suo carico di fisicità (bisogna andare a vedere/sentire uno spettacolo, toccare la sedia, sedersi, condividere, sentire odori, ...), vince di alcune lunghezze sulle promesse dell'elettronica e le sue lusinghe. Il teatro è multimediale per definizione e arriva secondo solo rispetto alla Natura e alle sue manifestazioni. In quest'ottica, lasciando per un istante l'ambito divulgativo per toccare solo di striscio quello didattico, ritengo che un bravo insegnante debba essere anche un buon attore; deve vivere le cose che racconta e donar loro vita reale con la sua voce, il suoi gesti, la sua energia e simpatia, ingredienti senza i quali la classe si allontana per andare verso paesi mentali che possiedono di sicuro un *appeal* più facile ed evidente. Credo fermamente che il teatro scientifico rappresenti un'ottima strategia per fare della buona divulgazione, risultando vincente perché riesce a fare leva sul grande bisogno di umanizzare le nostre conoscenze, di riportare tutta la realtà alla nostra dimensione percettiva per farcela amica, per non averne paura. Una tendenza antica (si pensi alla mitologia stellare) e mai sopita che, fornendone una chiave interpretativa moderna, conviene cavalcare. A tal proposito, nel libro notavo come

“Se si fa un discorso sull'arte, sulla politica o altro, si sottintende sempre l'entrata in scena della componente emozionale, di chi agisce - di chi l'arte la fa - e di chi fruisce. Proprio la stessa componente che la gente istintivamente sente di dovere perdere di vista quando invece si tratta di ricerche fondamentali, di fisica; di cosmologia. In un mondo ideale (ma neanche troppo, per quanto mi riguarda) la scienza dovrebbe essere condotta in un modo “disumanizzato” e impersonale ma, nel mondo reale si sa che a farla sono sempre uomini e donne, individui di una razza strana che, in un modo o nell'altro, riescono sempre a contrabbandare emozione. Sotto questa spinta possono nascere grandi scoperte, attività routinarie, pseudoscienze o racconti di altri mondi possibili dichiaratamente falsi o verisimili, tutti stimolati da analogie con quello che la scienza fa e dice”.

E la scommessa che intendo vincere con questo spettacolo è proprio questa: contrabbandare emozioni sfruttando argomenti che classicamente vengono classificati come incapaci di suscitarnene. Riuscire a far apparire la scienza non esangue, ma addirittura sanguinante (il riferimento va anche alle emorragie dovute ai tagli operati sui finanziamenti alla ricerca...), credo sia un successo fondamentale per la scienza che, se una narrazione di successo classicamente inizia con “C'era una volta”, a questa preferisce incipit più laconici del tipo: “Sia  $f(x)$  una funzione di una variabile reale definita in...”.

In questo spettacolo, quindi, introduco con un piglio divulgativo argomenti astronomici che traduco subito dopo in musiche, immagini, storie.

Davanti al pubblico, suono un brano con l'armonica, con il pianoforte o usando la voce. Servendomi di un Looper (dispositivo elettronico capace di ripetere quante volte si desidera una frase precedentemente suonata), a partire da un certo momento della mia esibizione musicale, registro in tempo reale quanto sto suonando così da usarlo in un secondo momento come colonna sonora a commento del monologo. Nel mentre ciò avviene, alle mie spalle scorrono le immagini che compongono il repertorio grafico del libro. L'amalgama di questi elementi è ottenuta anche grazie a opportuni faretto posizio-



nati in modo tale da costruire intriganti giochi di luci e ombre e che uso per convogliare l'attenzione del pubblico quando su di me che parlo/recito/suono, quando sulle immagini che scorrono sul telo per la proiezione. Portare in giro questo spettacolo mi diverte. Forse è la cosa che più mi diverte fare fra tutte le mie diverse attività, in quanto mi consente di non lasciare a casa pezzi fondamentali della mia personalità e, anzi, mi costringe a essere contemporaneamente astronomo, divulgatore, musicista, scrittore, attore, illustratore. Mi costringe a lavorare molto nel privato, a non annoiarmi mai e forse, se il pubblico percepisce il mio divertimento, mi aiuta a non annoiare e a coinvolgere gli altri così da convincere qualcuno degli astanti a costruire, una volta tornato a casa, la propria sintesi, la propria spiegazione, la propria rappresentazione del (suo) reale. In parole povere, spero di stimolare nel pubblico la voglia di inventare una propria cosmologia che, a partire da un divertente rigore usato nell'osservare la realtà, si muova nei mondi paralleli dell'arte, altro elemento che, assieme a idrogeno, elio e metalli, incontestabilmente compone il "nostro" universo.

di Sandro Bardelli<sup>1</sup>  
Francesco Poppi<sup>1</sup>  
Gabriele Cocozza<sup>1</sup>  
Matteo Correnti<sup>2</sup>  
Cristiano de Boni<sup>3</sup>  
Paolo Donati<sup>1</sup>  
Carlo Giocoli<sup>3</sup>  
Loredana Lovisi<sup>3</sup>  
Federico Marulli<sup>3</sup>  
Fernanda Petracca<sup>3</sup>  
Antonio Sollima<sup>1</sup>  
Laura Schreiber<sup>1</sup>  
Margherita Talia<sup>1</sup>  
Stefania Varano<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *INAF-Osservatorio  
Astronomico di Bologna*

<sup>2</sup> *INAF-Istituto di  
Astrofisica Spaziale  
e Fisica Cosmica*

<sup>3</sup> *Dip. Astronomia,  
Università di Bologna*

<sup>4</sup> *INAF-Istituto di  
Radioastronomia*

# Il viaggio di Joe il Fotone

## UNA STORIA BLUES

### ABSTRACT

*We dramatized the journey of a photon created at the beginning of the Universe. Joe walked through the Hot Universe, saw the Cosmic Microwave Background, and passed the Dark Age. He witnessed the birth of the first stars and galaxies until his arrival to the Milky Way and to Earth.*

*Each age is associated with a specific blues song, which is inserted inside the narration. Three novels by Calvino (“All at One Point”, “At Daybreak” and “The Light Years” from “The Cosmicomics”), aphorisms and short cuts from movies are adapted and used.*

*The band is formed by eleven elements plus one narrator. The recital has been presented the first time at the Researchers’ Night held on September 23, 2011.*

*Salve,*

*Sono Joe...*

*E sono un fotone....*

*Sono Joe il Fotone.*

*Sono stato creato in quella bolgia turbolenta  
chiamata BIG BANG, e quindi non so nè quando,  
né dove e né perché sono nato.....*

*Ora vi racconto la mia storia che parte da un posto molto distante e da un tempo remoto.*

### INTRODUZIONE

Lo show è la drammatizzazione del viaggio nel tempo e nello spazio di un fotone dal Big Bang alla Terra. La sua voce descrive i fenomeni che vengono incontrati durante il suo percorso lungo la storia dell’Universo attraverso le varie epoche. Il racconto è alternato da brani blues famosi, eseguiti da una band formata da 14 membri, tutti studenti di dottorato, post-doc, o precari che lavorano nella ricerca Astronomica.

Le canzoni sono state scelte sulla base di una relazione di argomento, o di ritmo col testo, e sono pensate per riaccendere l’attenzione del pubblico e rilanciare la narrazione.

Durante lo show vengono mostrati dei filmati muti con brevi didascalie illustranti ciò che Joe sta vedendo, e questo è il momento con la maggiore valenza didattica.

Due brevi clips sonore sono tratte dai film “Io ed Annie” di Woody Allen e dall’episodio “Homer3” della serie “I Simpson”. Durante il racconto sono, inoltre, presentati quattro adattamenti di altrettante novelle di Italo Calvino tratte dalle Cosmicomiche (“Tutti in un Punto”, “Sul far del Giorno”, “Gli Anni Luce” e “L’Implosione”).

Lo show è pensato per il pubblico generico. Per ragazzi delle scuole secondarie, lo spettacolo può essere accompagnato da una lezione frontale tenuta da un esperto (eventualmente da un componente stesso della band) che faccia da introduzione o da “feedback” .[LA](#)



### STORIA

Lo show inizia con la canzone “Hey Joe” per introdurre il personaggio di Joe.

*L'epoca pre-Big Bang:* Joe è immerso nel caos quantistico. La musica è una dissonanza, mentre sullo schermo mostriamo il rumore bianco (la “neve” che si osserva in una televisione mal sintonizzata e senza antenna). Viene letto l’adattamento da “Tutti in un Punto”. In questa lettura il narratore rievoca il tempo in cui tutti erano compressi e che la Signora Ph(i)nko in un impeto d’amore, provoca il Big Bang facendo le tagliatelle.

*I primi tre minuti:* le particelle e fotoni interagiscono fortemente tra loro. Gli atomi e le particelle vengono formati. È un’epoca molto “ritmica” e la musica è “Everybody needs somebody to love”. Sullo schermo: particelle che collidono.

*L'epoca oscura:* la musica si ferma improvvisamente. Joe vede il Fondo Cosmico a Microonde immerso nel buio. Il ritmo è lento e ripetitivo. La musica è “Somewhere over the Rainbow” mentre sullo schermo ci sono mappe del satellite WMap. In seguito inizia la “dark age” con il brano “On the Road Again” e mappe di materia

oscura sullo schermo. Le mappe sono ottenute dall'effetto lente gravitazionale della materia oscura sulle galassie di campo.

*Le prime stelle:* l'epoca comincia con la novella "Sul Far del Giorno" dove si racconta che gli abitanti di una nebula incominciano a sentire che essa si sta addensando. Il ritmo accelera, sullo schermo si vedono le stelle che si formano e comincia il pezzo "Hit the Road Jack".



*L'espansione dell'Universo:* Joe nota che l'Universo si è espanso. Clip tratto da "io ed Annie" sulla scena del bambino portato dallo psicologo perché spaventato dall'espansione Cosmica. La madre afferma che ha smesso di fare i compiti "perché è inutile". Lo psicologo lo rassicura dicendo che Brooklyn non si espanderà per molto tempo.

*Joe arriva nella Via Lattea e sulla Terra:* la musica è "Sweet Home Chicago".

*Destino di Joe:* Joe arrivando sulla Terra "inciampa" su uno specchio. È costretto a ripetere lo stesso percorso a ritroso. Musica: "Johnny B. Goode".

*Finale:* Il finale spiega il futuro dell'Universo e l'effetto dell'espansione nel futuro (novelle "Gli Anni Luce" e "L'Implosione"). Un piccolo clip tratto da "I Simpson" finisce con la frase «Abbiamo avuto un piccolo intoppo quando l'Universo è crollato su se stesso ma papà [Homer] sembrava cautamente ottimista». Sull'urlo di Homer parte "I Shot the Sheriff". Sullo schermo, immagini di astronomi del passato.

## CONCLUSIONE

Lo spettacolo vuole offrire ad un pubblico prevalentemente giovane allo stesso tempo un concerto, una "piece" teatrale ed una lezione divulgativa.



Abbiamo scelto pezzi blues famosi, piuttosto che scrivere dei pezzi originali perché non siamo musicisti professionisti, non abbiamo la capacità di composizione e ci manca il “feeling” di quale musica possa piacere ad un vasto pubblico. Il blues è sembrato essere una musica apprezzata dalla maggior parte delle persone, indipendentemente dall’età ed estrazione culturale e si sposa con il mito del viaggio che ha le sue radici nella numerosa filmografia d’oltre oceano. Non ultimo il fatto che essendo lo spettacolo imbastito su base volontaria (solo le spese vive debbono essere coperte), bisogna scegliere pezzi che diano soddisfazione e piacciono ai musicisti.

L’iniziativa sembra riscuotere notevole successo in termini di richiesta e soddisfazione del pubblico, siamo già alla quinta replica nel territorio italiano. Viene proposta anche in lingua inglese. Il problema organizzativo maggiore è la dimensione della band, essendo composta da oltre una dozzina di membri (comprensiva di coro e sezione di fiati), il ché comporta costi non trascurabili per il trasporto della strumentazione e del personale. Lo show risulta quindi particolarmente adatto ad essere messo in scena in occasione di Festival scientifici.

*...l'unica cosa che so è che sono stato condannato a correre...  
per tutta la mia vita... a correre alla velocità della luce...  
perchè, in fondo, la luce sono io.*

di Federico A. Brunetti

Politecnico di Milano -  
Scuola del Design

# L'immaginario dell'invisibile

## ICONOGRAFIE DELLA FISICA CONTEMPORANEA TRA MACROCOSMO E MICROCOSMO: UN CASO DI STUDIO PER IL DESIGN DELLA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA

*Tutti gli uomini di scienza hanno dovuto, io credo, prendere coscienza del fatto che la loro riflessione, ad un livello profondo, non è verbale: è un'esperienza immaginaria, simulata attraverso le forme, le forze, le interazioni che compongono a malapena un'immagine nel senso visivo del termine.*

Jaques Monod *Il caso e la necessità*

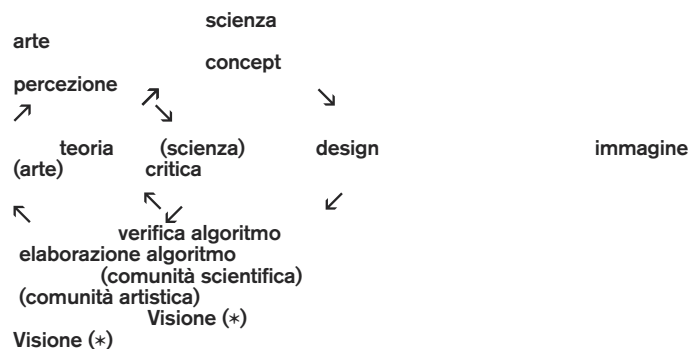
### SOMMARIO

La ricerca scientifica si avvale di metodologie di rappresentazione normalmente già acquisite nei linguaggi comunicativi consueti ma, dovendo evolvere e decifrare i risultati di esperimenti inediti, configura anche modi di raffigurazione nuovi e innovativi. Tali immagini entrano a far parte di un immaginario iconografico della contemporaneità, che anticipa e prefigura, analogamente alle sperimentazioni dell'arte, i codici visivi che entreranno a far parte del possibile patrimonio dei futuri linguaggi condivisi<sup>1</sup>.

1. Queste riflessioni sintetizzano ed orientano alcuni precedenti contributi presentati sui temi della iconografia scientifica, in particolare: Federico Brunetti, *La visione scientifica e le immagini della ricerca*; in A. Peruzzi (a cura di), *Pianeta Galileo 2011*, Consiglio regionale della Toscana, Firenze 2012 (pp.323-346). Atti del convegno: Firenze 3 novembre 2011. Incontro organizzato da Pianeta Galileo su "Arti visive e nuove frontiere della cosmologia", presso l'Accademia delle Arti e del Disegno. Firenze 2012, ISBN 978-88-89365-10-6. e: Federico Brunetti, *Scientific Iconography Between Mathematics and Arts in the Age of Digital Visualization. First Outlines*; Plenary lecture, section mathematics & Art; in: "Proceedings 11th International Conference APLIMAT 2012" (Bratislava, February 7-9, 2012); M. Kováčová Ed.; Slovak University of Technology (Bratislava, 2012), pp. 453-469 3; ISBN 978-80-89313-58-7

### 1. SCIENZA - ARTE - VISIONE (\*)

In una ipotetica suddivisione, si potrebbe ipoteticamente affermare che la scienza si occupa di scoperte (ovvero di trovare leggi ed elementi che non sono conosciuti, che già esistono in natura, o che non è ancora stato possibile ridefinire le rispettive tassonomie) e l'arte si occupa di invenzioni (ovvero di realizzare artefatti ricomponendo elementi già noti, ricombinandone le parti al fine di proporre una diversa relazione di significati e funzioni tra le parti dell'opera, che innovi e possa modificare lo stato di natura pre-esistente).



2. [57] Von Weizsacker C., *Die Einheit der Natur*, Hanser, München 1987
3. Bairati Cesare. *La simmetria dinamica: scienza ed arte nell'architettura classica*, Tamburini, Milano, 1952
4. Chandrasekhar S., *The Beauty and the Quest for Beauty in Science*, "Physics today", July 1979, pp. 25-30; tr.it.: CHANDRASEKHAR, Verità e bellezza. Le ragioni dell'estetica nella scienza, Garzanti, Milano 1990
5. Federico Brunetti. "Disegno, Immagini e metafore nella comunicazione scientifica" in: *ComunicareFisica.07*. Trieste [www.ts.infn.it/eventi/ComunicareFisica/presentazioni/brunetti.pdf](http://www.ts.infn.it/eventi/ComunicareFisica/presentazioni/brunetti.pdf)  
Vedi anche: <http://agenda.infn.it/getFile.py/access?resId=62&materialId=sli-des&confId=1538>  
<http://pubblico.fisica.unimi.it/fisica-curiosa/258-larte-ovvero-la-scienza-dello-stupore>
6. Gombrich, Ernst Hans, J. Hochberg, M. Black, *Arte percezione e realtà, come pensiamo le immagini*, Torino 1992 Gombrich E.H., *The Sense of Order*, Phaidon Press, Oxford-1979
7. Luca Zucchi, *Image, Language and Knowledge: Iconophobia and Iconophilia in the Epistemological Debate* in: Centre for Advanced Study (CAS) of Sofia, Bulgaria, 2/20/2006
8. Giacomo Rizzolatti: Non è "normale" essere narcisista; l'uomo è relazione; intervista di Federico Brunetti, *Convegno internazionale: Brainforum 2011*, "Il colore del pensiero" [www.brainforum.it/press2011/2011\\_222.pdf](http://www.brainforum.it/press2011/2011_222.pdf)
9. MAIANI L. (a cura di), *Campi, forze e particelle*, Le Scienze Editore, Milano 1991;
10. Federico Brunetti (Curatore e portfolio fotografico), *Gli anelli del sapere. INFN x LHC. Il contributo italiano alla più grande ricerca sulla fisica delle particelle al CERN di Ginevra. - The rings of knowledge. INFN x LHC The italian contribution to the world's largest particle physics research project at CERN*, Gineve (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare/ CERN / Dept. Indaco Politecnico di Milano / ed. Abitare Segesta RCS Mediagroup) Milano 2009; ISBN 978-88-8611-693-0. [www.glianelliidelsapere.info](http://www.glianelliidelsapere.info) [www.sciencecommunicationdesign.eu](http://www.sciencecommunicationdesign.eu)

Entrambi questi percorsi ciclici sono implicitamente mossi da una ricerca della bellezza: nell'intuizione di una armonia/ordine sottesa alla Natura<sup>2</sup>, nell'indagine di una logica (matematica) che permetta all'umano di indagarne le leggi sottese<sup>3</sup>, nonché nel contesto storico-sociale in cui operano questi due ambiti adiacenti e distinti<sup>4</sup>. In tale quadro di riferimento il fenomeno della "visione" si specifica come un fattore cognitivo strategico che va ben oltre la mera percezione (vedi §6).

In particolare *Disegno, Immagine e Metafora*<sup>5</sup> possono essere riconosciute come categorie iconologiche, radicate nelle modalità di rappresentazione visive e linguistiche, ben presenti nel poliedrico atlante della comunicazione scientifica, incessantemente ri-elaborate dai ricercatori per comunicare nel complesso villaggio globale delle Big-Science.

## 2. IMMAGINI TRA SCIENZA ED ARTE

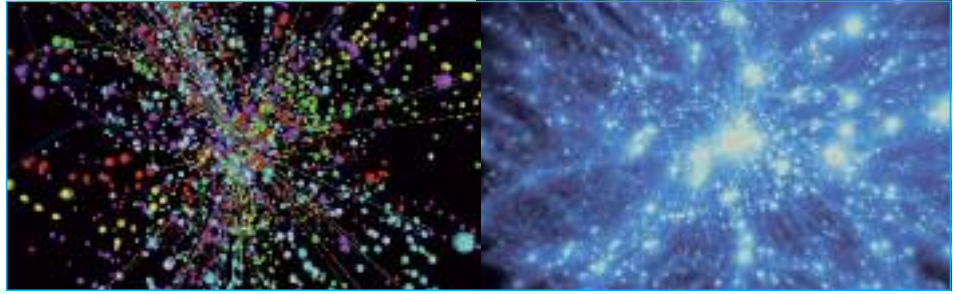
La ricerca scientifica contemporanea eredita dalla iconografia corrente - e intrinsecamente dalla *forma mentis* umana - l'attitudine a raccogliere in modalità sintetica i risultati compresi nelle proprie indagini in figurazioni ed immagini, analogamente alla essenzialità espressiva con cui l'arte realizza le proprie opere<sup>6</sup>.

scienza → immagini ← Arte

Occorre segnalare che il punto di vista della ricerca scientifica su tale approccio iconico sia stato<sup>7</sup>, e resti tuttora, epistemologicamente critico: infatti le procedure logico deduttive e le astratte formulazioni matematiche alfanumeriche presidiano il campo del sapere scientifico, tanto da rendere compitamente comprensibili per i ricercatori dei risultati puramente alfanumerici, a prescindere dalla loro possibile visualizzazione o comunicazione iconica.

Inoltre, grazie anche ai recenti sviluppi delle tecnologie digitali, le indagini delle neuroscienze sono in grado di descrivere e "mappare" le competenze e le relazioni relative alle diverse "regioni della conoscenza" del cervello<sup>8</sup>: quelle del pensiero logico-formale, del linguaggio testuale o alfanumerico, quelle iconico-percettive, teoriche-intuitive. Queste nuove conoscenze forse potranno sviluppare nuove e più integrate forme e di rappresentazione, ed anche del medesimo concetto di apprendimento o di autoco-scienza.

La potenza di amplificazione e di trattamento dei dati possibili tramite le tecnologie digitali aprono scenari di rappresentazione e potenza esplorativa altrimenti inconcepibili (in fenomeni altrimenti "in-visibili" sia nelle scale dello spazio che del tempo). In particolare alcune questioni alla micro-scala nella ricerca Fisica delle particelle o alla macro-scala cosmologica indagano elementi e fenomeni finora solo teoricamente ipotizzati<sup>9</sup>: si tratta di domande fondamentali riguardanti l'antimateria e la materia oscura, (Bosone di Higgs - gli stati iniziali dello spazio-tempo - LHC @ CERN)<sup>10</sup>, nondimeno nelle osservazioni multispettrali tra materia ed energia ("antimateria", "buchi neri"). Ci troviamo in un inaspettato continuum di domande aperte e possibili soluzioni incrociate dalla "Zepto-spazio" [024] alla nuova cosmologia.



*Sinistra: simulazione di un rilevamento di Hidden Valley Z' che decade in jets nell'esperimento CMS gen-2007-004\_02 Generato da Matt Strassler con il supporto di Peter Skands. Processato attraverso CMS da Albert De Roeck, Christophe Saout and Joanna Weng. Visualizzato da: Ianna Osborne. (with courtesy of CERN)*

*Destra: densità di distribuzione del gas dell'ammasso di galassie più massiccio (cluster 001) in una resimulazione ad alta risoluzione, proiezione xy (Kristin Riebe, PMviewer) <http://hipacc.ucsc.edu/Bolsnoi>*

### 3. ORROR PLENI.

Oltre all'accuratezza delle rilevazioni e all'immediata condivisione delle informazioni, è da segnalare l'imponente e automatica proliferazione di dati digitali tratti dalle rilevazioni: tutti sono potenzialmente significativi, ma è necessario egergerne a caso di studio una percentuale limitata, con il rischio di "perdere" altre informazioni utili. D'altra parte la raccolta sistematica dei dati e la loro ricomposizione in immagini non può che essere pre-orientata da parametri limitativi che definiscano il campo finalizzato di interesse un esperimento specifico.

### 4. FORMA MENTIS O CONDIZIONI DI NATURA?

Nuove *famiglie di teorie* che prescindono dalla nostra scala percettiva esplorano condizioni dell'energia in spazi di dimensione  $n > 3$ . Lunghi dal solo farci vedere solo "meglio" quel che già possiamo (o non potremmo) vedere, le immagini usate per rappresentare condizioni spaziotemporali e stati morfo/logici della materia -del tutto eterogenee da quelle della nostra comune esperienza- acquistano un rilievo di significato ancora maggiore; ed è difficile distinguere quanto di meta-forico o di meta-fisico -nell'originario senso Aristotelico di ciò che va oltre la fisica, ci sia nella sfida rivolta dai recenti dati sperimentali all'intelligenza umana.

### 6. EVENTI, PIÙ CHE OGGETTI

Il limite cognitivo si è spostato dall'esperienza sensoriale (a scala umana) al limite del potere computazionale delle reti, ma una ulteriore capacità intellettuale è richiesta, oltre che nel raccogliere, nell'interpretare i dati, che sono sempre circa *eventi*, piuttosto che dati circa *oggetti*. Questa distinzione, in effetti già colta dall'epistemologia del Novecento, pare essere l'inevitabile conseguenza di indagini su fenomeni al limite stesso della loro dicibilità. Particelle "elusiv", "buchi neri", protoni "sterili", materia o energia "oscura"; queste stesse denominazioni metaforiche suggeriscono l'attuale



condizione della ricerca che si sporge oltre il noto e rintraccia nelle “mancanze” (lacune) dei modelli precedentemente condivisi i sintomi di fenomeni ignoti di cui si presume l’esistenza, ben prima di poterne constatare l’osservazione. Peraltro, questa stessa *ricerca per mancanze* non è affatto una caratteristica nuova della scienza: basti pensare agli elementi “mancanti” nella tavola periodica di Mendeleev, trovando inoltre profonde assonanze con la ricerca artistica contemporanea<sup>11</sup>. Nell’ultimo decennio i confini dell’umana ragione sembrano diventati instabili, estendendosi in un modo prima inimmaginabile, e in più direzioni. Resta stabilissima la presenza di quella ben nota siepe leopardiana “*che dell’ultimo orizzonte il guardo esclude*”.

### § 6 (\*) “VISIONE” (VISION)

Si può indicare come una fase di “visione” (vision) -che non dipende o consegue da un processo di percezione ottico-visiva o comunque empirica del fenomeno esplorato- addirittura preceda la capacità di comprendere, di razionalizzare e di sintetizzare la molteplicità di fattori e dati *in ragione* di una nuova intuizione interpretativa *che ne riveli* una “forma”<sup>12, 13, 14</sup>.

Tale capacità di “visione” (pur con tutti i rischi intrinseci di errore)<sup>15</sup> si presenta come una sorta di chiara domanda in cui il dato oggettivo è atteso come una sorta di risposta. Le rappresentazioni scientifiche portano alla condivisione concettuale<sup>16</sup>, e perciò “percepibile” di ciò che la mente del ricercatore ha potuto concepire come visione di un fenomeno o di un sistema di dati che ha potuto osservare sperimentalmente, e di cui è stata capace di comprendere una struttura morfo-logica. La “visione” della totalità e dell’oggetto indagato anticipa e orienta la ricerca sperimentale e può conformare e prefigurare la realizzazione di un esperimento convalidante la teoria medesima. Le distinzioni tra arte e scienza tendono ad avvicinarsi a potersi fare attualmente sempre più prossime in ragione delle affinità tra i due percorsi, che restano solo in apparenza (in prima evidenza) differenti e metodologicamente distanti.<sup>17</sup>

Ne sono esempio e occasione di conferma:

> La “*fusione algoritmica*” – resa possibile dai procedimenti digitali- che rende possibile la realizzazione di immagini e di oggetti (virtuali?) che simulano le genesi di forme naturali, raggiungendo configurazioni verosimili alle morfologie spontanee e caotiche, precedentemente non deterministicamente rappresentabili, in quanto ritenute aspetti sfuggenti, marginali o parassiti rispetto ad una definizione di arte o di scienza intesa come “ordine”. A fronte di matematiche o topologie superiori la natura (reale o rigenerata) diviene intercettabile tramite aspetti ri-generabili -come di una neo-natura- che, presentandosi comunque attraverso degli “artefatti iperrealistici”, può apparire in forme di ibride chimere o ipotetiche configurazioni lasciate in sospeso tra l’intelligenza dello scienziato e la ri-creazione dell’artista. Tali possibilità computazionali e di modellazione prefigurativa in dimensioni remote attuate tramite il digitale (assolutamente emblematiche, pur in altro campo, l’ambito biologico, farmalogico-molecolare e le nanoscienze ) dischiudono opportunità e problematiche di grande portata etica e mostrando gli scenari di nuovi poteri tecnologici.

> L’*“introspezione delle neuroscienze”*; le recenti possibilità di visualizzare le attività “immobili” del cervello –resa possibile anche essa dai procedimenti digitali e dalle

11. Vedi intervista con Nicola Cabibbo, in: F. Gábici, *Il fisico che mise all’angolo» i quark*, Avvenire, 18 agosto 2010.

12. Peitgen H., Richter P., *La bellezza dei frattali*, Bollati Boringhieri, Torino 1987

13. Prigogine I., Nicolis G., *La complessità. Esplorazioni nei nuovi campi della scienza*, Einaudi, Torino 1991

14. Thom, R. *Stabilità strutturale e morfogenesi. Saggio di una teoria generale dei modelli*, Einaudi, Torino 1980;

15. Canadelli Elena., “Some Curious Drawings”. *Mars through Giovanni Schiaparelli’s Eyes: between Science and Fiction*. *Nuncius*, 2009 24 (2), 439-464. <http://hdl.handle.net/10281/9174>

16. Van Straten Roelf, *Introduzione all’iconologia*, ed. It a cura di Roberto Cassanelli, Milano 2002

17. Barrow J.D., *Cosmic Imagery*; tr.it.: *Le immagini della scienza*, Milano 2009

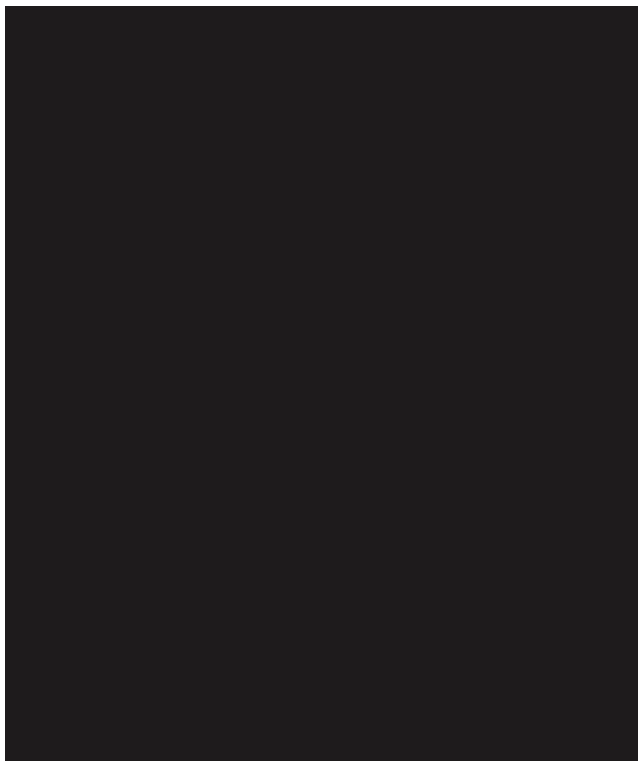
PEC (risonanze magnetiche)– nell’ esplorare la sottilissima distinzione e le dinamiche funzionali tra l’ ”organico” del cervello e l’ ”immateriale” del pensiero, sta mettendo alla luce le profonde contiguità tra ciò che le discipline scientifiche o umanistiche hanno finora descritto come scenari concettuali e linguistici, appunto “disciplinari”, differenti e separati; ovvero finora “estroflettendo” nelle letterature specifiche quei saperi tentativamente suddivisi e separati e, sa mai , al massimo o talvolta metaforicamente allusivi.

> *La ricostruzione previsionale*: attraverso algoritmi e reti di calcolo matematico dotate di capacità di calcolo fino ad ora inimmaginabili (GRID ecc.) sono attualmente operabili sistemi previsionali di eventi remoti (es.: simulazioni di collisioni di particelle LHC, o le configurazioni remote nell’universo nel progetto Bolshoi<sup>18</sup>) che permettono di raffigurare le prevedibili configurazioni di scenari ignoti di cui possiamo ipotizzare le dinamiche aggregative, pur ignorandone la descrizione analitica della effettiva morfologia. Lo scienziato -o l’artista- si confrontano con raffigurazioni di oggetti/eventi spazio-temporali impraticabili a qualsiasi tangibile percezione ed esperienza, ma non per questo meno rappresentativi del possibile reale concreto. *Statistica probabilistica e arti del fantastico* si incontrano attorno ad oggetti e rappresentazioni immaginarie, ma di cui possiamo interrogarci non tanto del “se”, ma del “quando e “dove” potremo averne conferma. In questa direzione ritengo saremo sempre più portati a incontrare le (in)volontarie dinamiche di creatività nella scienza e le (pro)vocazioni immaginifiche dell’arte nell’acquisire le nuove tecnologie e le immagini della scienza come materiale iconografico importate nello scenario del mondo percepibile. Nell’instabile riflesso -solo apparentemente stagnante- dello specchio d’acqua delle immagini, due inguaribili Narcisi si vedranno l’un l’altro, ritenendo di guardare solo sé stessi, ma restando prodigiosamente in due. La Natura, pacata o tumultuosa, permane a lasciarsi osservare.

## 7. RINGRAZIAMENTI

Romeo Bassoli (I.N.F.N. Press Office Roma), Lanfranco Belloni (Univesità degli Studi di Milano), Arturo Dell’Acqua (Scuola del Design, Politecnico di Milano), Aldo De Poli (Università di Parma), Franco Fabbri (I.N.F.N Roma Frascati), Mauro Francaviglia (Dipartimento di Matematica dell’Università degli Studi di Torino), Pietro Greco (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) di Trieste, Fondazione IDIS-Città della Scienza di Napoli), Chiara Meroni (INFN Milano), Alberto Peruzzi (Università degli studi di Firenze), Silvano Petrosino (Università Cattolica), Silvia Piardi, Design Dept. (Politecnico di Milano), CERN Communication Group, James Gillies and Press Office staff.

18. <http://hipacc.ucsc.edu/Bolshoi>



di Armanda Ferrarini

*Università dell'Insubria,  
Como.  
ISIS Natta, Bergamo*

# Invisibili Mondi

## FISICA E ARTE A SCUOLA

### ABSTRACT

L'intervento ha presentato le attività didattiche e di comunicazione scientifica svolte negli ultimi anni da un gruppo di studenti di Liceo Scientifico Tecnologico e di Liceo Scientifico con opzione Scienze Applicate in un laboratorio speciale attrezzato con microscopio elettronico a scansione (SEM). Il laboratorio SEM, quasi un unicum nella scuola superiore italiana, appartiene all'ISIS Natta di Bergamo ed è stato gestito dall'autrice per cinque anni, durante i quali le attività hanno spaziato dall'ambito più propriamente curricolare al campo della ricerca scientifica e didattica, a quello della comunicazione, a quello artistico.

### UN LABORATORIO SPECIALE

Non capita tutti i giorni ad una docente di fisica la fortuna di lavorare in una scuola in cui esiste un microscopio elettronico a scansione con un range di ingrandimento fino a 200 kX e risoluzione limite di 4 nm. Durante la mia esperienza di insegnamento presso l'Istituto Natta di Bergamo, mi sono venuta a trovare proprio in questa felice condizione



per cinque anni, durante i quali mi sono occupata del laboratorio a 360°, curandone l'allestimento e gli aspetti tecnici, scoprendone le potenzialità didattiche e promuovendone l'interazione col territorio.

Il SEM in questione è un modello 2500C della Hitachi con alte prestazioni, donato all'ISIS Natta dalla Alcatel, con detector per gli elettroni secondari, cui è stato aggiunto, grazie a contributi di privati, un secondo detector per i raggi x con acquisizione immagini e microanalisi EDX.

### IL SEM NELLA DIDATTICA: UNA SFIDA

Pur consapevole della grande occasione che uno strumento come questo offre alla normale attività didattica di un'insegnante di fisica non sono mancate le difficoltà per inserire

il laboratorio SEM nella normale programmazione, difficoltà legate al fatto che il lavoro era tutto da inventare. Tuttavia, dopo un periodo di rodaggio, il laboratorio ha cominciato a funzionare regolarmente sia in orario curricolare che extracurricolare. L'attività curricolare è consistita in lezioni tematiche, effettuate nel laboratorio e accompagnate dall'uso dello strumento, su argomenti che vanno dall'ottica alla fisica moderna. L'aver a disposizione uno strumento in cui un fascio di elettroni viene accelerato da un'alta tensione e poi focalizzato da un sistema di lenti elettromagnetiche, rende vivo e tangibile il concetto di dualismo onda-corpuscolo e invoglia gli studenti ad affrontare i problemi anche dal punto di vista quantitativo. Inoltre il software per la microanalisi permette di visualizzare sullo schermo lo spettro a raggi x emesso dal campione in osservazione, dando concretezza ad un argomento che normalmente viene trattato in modo solamente teorico e fornendo uno spunto naturale per l'introduzione alla struttura della materia ed ai livelli energetici atomici.

#### I RAGAZZI DEL SEM

All'attività didattica curricolare, in cui il SEM viene usato in modo prevalentemente dimostrativo, è stata affiancata negli anni un'intensa attività extracurricolare, con regolari appuntamenti pomeridiani dedicati agli studenti particolarmente motivati nell'apprendere l'uso del SEM. Gli studenti che hanno preso parte a questa attività, pochi e selezionati, hanno potuto imparare ad usare autonomamente il SEM, partecipando in modo diretto ed attivo ai progetti di ricerca e comunicazione scientifica. Gli studenti che hanno fatto parte di questo gruppo hanno potuto spendere la loro competenza in una pluralità di modi, sia costituendo una risorsa per i docenti e gli studenti dell'Istituto che avessero bisogno

di usare il SEM per tesine, progetti o altro, sia in progetti che hanno visto la collaborazione del laboratorio SEM con realtà del territorio esterne all'Istituto Natta.

Le attività di ricerca scientifica hanno riguardato principalmente gli ambiti mineralogico e biologico, in collaborazione con enti del territorio, tra cui l'Università di Dalmine, l'Istituto Tecnico Agrario di Bergamo ed il Gruppo Orobico Mineralogico di Bergamo, ed hanno avuto riscontri con articoli su pubblicazioni specializzate.

Gli studenti coinvolti nell'attività extracurricolare hanno inoltre svolto costantemente attività di divulgazione scientifica. Parte integrante del loro lavoro è stata svolgere il ruolo di tutor, sia nei confronti di studenti dello stesso Istituto, sia di studenti provenienti da altri istituti scolastici di ogni ordine e grado in occasione di visite guidate al Laboratorio, per esempio durante le manifestazioni BergamoScienza e Lilliput e durante gli Open Day. La presenza tra gli studenti di un ragazzo figlio di due persone sorde ha fornito l'oc-



casione di estendere le attività di comunicazione scientifica anche al mondo dei disabili, proponendo la visita al Laboratorio SEM ad un gruppo di persone sorde assistite da un'interprete LIS.

#### FISICA E ARTE IN LAB SEM



Il Laboratorio SEM e' stato anche negli anni sede di attività di tipo artistico. Le bellissime immagini ottenute dal microscopio elettronico sono state spesso di ispirazione per quegli studenti che sono particolarmente sensibili al loro aspetto estetico. E' capitato più volte che studentesse e studenti, che avevano frequentato il Laboratorio SEM sia in occasioni curriculari che extracurriculari, in modo spontaneo, offrirono il loro contributo in forma di filmati, rielaborazione delle immagini, disegni. Come docente di fisica, sentivo di non avere strumenti adatti a gestire queste manifestazioni spontanee e tuttavia, dal loro primo apparire, le ho considerate importanti e degne di essere valorizzate, in quanto espressioni di talento e creatività individuali. Mi sono così assicurata la collaborazione di un collega di disegno competente e motivato, il prof. Alfredo Boyer, per curare questo inatteso aspetto alternativo di fucina artistica del Laboratorio SEM. Le attività realizzate su questo tema, piuttosto insolito per una docente di fisica, hanno spaziato dalla decorazione del Laboratorio al concorso per la creazione del logo, alla realizzazione di filmati multimediali da usare nelle occasioni in cui il SEM doveva essere presentato al territorio. Un momento particolarmente significativo è stata la collaborazione con un ex studente dell'Istituto Natta, Matteo Piazzalunga, in seguito iscrittosi all'Accademia di Brera. Questo studente-artista ha introdotto la tecnica di modificare le fotografie in bianco e nero ottenute dal SEM usando Photoshop o altri programmi di elaborazione grafica, creando nuove im-

magini sia di tipo scientifico che di tipo artistico. Particolarmente entusiasta di questa tecnica Matteo ha voluto trasmetterla ai ragazzi più giovani ed ha tenuto una serie di lezioni pomeridiane rivolte agli allievi dell'Istituto Natta, che frequentavano anche il Laboratorio SEM, per insegnare l'uso di Photoshop, applicandolo alla produzione di immagini SEM modificate. Durante e dopo questa esperienza, ha personalmente creato una serie di pannelli decorativi, alcuni dei quali sono stati acquistati dall'Istituto Natta ed esposti in Laboratorio. Questi stessi pannelli sono stati esposti per la prima volta in occasione di una mostra allestita a Casa Minetti, Borgo di Terzo (BG) e successivamente in diverse altre location della bergamasca. Ai pannelli è stato abbinato un filmato multimediale, sempre creato da Matteo, con commento musicale originale composto da un gruppo di studenti ed ex-studenti dell'Istituto Natta.

#### LE PROSPETTIVE DEL LABORATORIO

In un momento di generale difficoltà per l'insegnamento delle discipline scientifiche, e per la scuola in generale, un laboratorio con queste potenzialità e così stimolante è sicuramente un'opportunità da non perdere, sia per gli studenti che per la scuola. In ogni caso, questo laboratorio può rappresentare un punto di partenza per insegnare fisica in modo più vivo, interessante e calato nella realtà e un'occasione per superare il modello didattico tradizionale, troppo trasmissivo e "libresco" per giovani che, cresciuti con le nuove tecnologie, hanno più che mai bisogno di interattività per apprendere.

di Marcella G. Lorenzi  
Mauro Francaviglia  
Edoardo Erba

# *Divulgare scienza con nuovi linguaggi: arte, cinema e teatro*

## UN ESEMPIO ISPIRATO DALLA VITA E DALLE TEORIE DI EINSTEIN

### ABSTRACT

Partendo dalla distinzione tra didattica e comunicazione della Fisica, tra ambienti formativi formali e informali, si esaminano nuovi linguaggi per divulgare la Scienza. Vi sono diversi possibili rapporti tra le arti e la Scienza, come dimostrato da alcuni esempi forniti. In particolare, il dialogo sinergico tra il linguaggio delle emozioni e il rigore della Scienza può, tramite iniziative specifiche, avvicinare e coinvolgere i giovani e il grande pubblico, facendo da ponte con la società.

Prenderemo qui come esempio “In treno con Albert”, uno spettacolo ispirato dalla vita e dalle teorie di Albert Einstein, esaminando il modo in cui è stato creato e rappresentato. Ambientato intorno al 1895, periodo in cui il giovane Einstein viveva a Pavia, in Italia, e iniziava a coltivare i suoi interessi in Matematica e Fisica, “In treno con Albert”, è scritto da uno di noi (Edoardo Erba, drammaturgo italiano).

Un ciclo di conferenze pubbliche divulgative precede lo spettacolo, che in un prossimo futuro sarà accompagnato anche da un e-book, allo scopo di coinvolgere maggiormente l'audience nelle tematiche scientifiche e culturali trattate.

### DIDATTICA VS COMUNICAZIONE E DIVULGAZIONE

Dal greco *didàsko* (insegnare), la didattica è la teoria e la pratica dell'insegnare. È la trasmissione organizzata di conoscenze, tramite un'azione consapevole, intenzionale, pianificata e fondata su un apparato teorico pedagogico o filosofico. La didattica quindi anche come arte della semplificazione e della relazione, ma anche metodo consapevole della sperimentazione e della ricerca educativa.

La didattica implica:

- Il rapporto insegnante-allievo;
- Un contesto educativo;
- Strumenti di facilitazione;
- La valutazione dell'apprendimento.

Dunque non c'è didattica se non in un ambito d'insegnamento. Le attività didattiche assumono varie forme a seconda delle condizioni materiali e del contesto (istituzionali,



aziendali, professionali; elementari, superiori, ecc.). Ci si avvale, inoltre, quasi sempre di contenuti prodotti da altri (libri di testo, siti web, simulazioni ecc.).

Tuttavia, oltre ad attività formali, strutturate, esistono alcuni contesti di insegnamento informale.

La comunicazione (dal latino *cum* = con, e *munire* = legare, costruire e dal latino *communico* = mettere in comune, far partecipe) nella sua prima definizione è l'insieme dei fenomeni che comportano il trasferimento di informazioni.

Nella trasmissione di un messaggio si distingue il rapporto emittente-ricevente, che condividono un codice comune in un canale e in un contesto condivisi. Secondo Paul Watzlawick, in una situazione in presenza di persone, "non si può non comunicare".

### COMUNICARE LA FISICA

La nostra vita è intrisa di Fisica: anche se non molti hanno familiarità con le grandi scoperte teoriche di questa disciplina, quasi tutti hanno occasione di entrare in contatto con le sue applicazioni tecnologiche che pervadono la vita quotidiana (computer, telefonini, navigatori satellitari), le scelte strategiche dei Paesi (missioni spaziali, investimento in energia nucleare) e la nostra immaginazione (macchine del tempo, teletrasporto).

L'ambiente in cui avviene l'apprendimento informale, che caratterizza gran parte delle scoperte e delle applicazioni della Fisica moderna, è molto diverso da quello in cui avviene l'apprendimento formale, in cui ci si rapporta alle nozioni di Fisica classica e generale: mentre il primo è volontario, non valutativo, accidentale e sociale, il secondo è strutturato, obbligatorio, valutativo, programmato e solitario [Alsop, 1999, 268].

Uno dei problemi seri degli ambienti formali di apprendimento è la difficoltà a interessare e coinvolgere gli studenti. Del resto, una consistente parte dell'apprendimento, quello che la maggioranza dei nostri simili considera più utile ed immediato, fino alle abilità fondamentali per sopravvivere, non avviene o avviene soltanto in piccola parte negli ambienti di apprendimento formali.

Bisogna tenere conto che il contesto sociale e culturale in cui avviene l'apprendimento ha una forte influenza sull'esito del medesimo.

L'apprendimento può essere considerato come un cambiamento concettuale e multidimensionale, che coinvolge aspetti **cognitivi**, **emotivi** e **conativi**.

La prospettiva **cognitiva** considera il modo in cui coloro che imparano costruiscono il senso delle informazioni scientifiche così come la consistenza intellettuale e il valore delle informazioni.

La prospettiva **affettiva** documenta cosa si prova nel momento in cui ci si rapporta alla conoscenza, le emozioni che influenzano l'apprendimento della scienza.

E, infine, la prospettiva **conativa** considera l'utilità delle informazioni scientifiche nei confronti delle esigenze pratiche e quotidiane di coloro che imparano» [Alsop, 1999, 271].

L'apprendimento è un processo dinamico che ha luogo nel tempo e coinvolge le tre dimensioni considerate.

La dimensione affettiva può accrescere o diminuire la capacità di apprendimento cognitivo, così come quella conativa (possibilità di utilizzo delle nozioni, percezione di controllo della situazione in cui si agisce, fiducia nelle fonti che forniscono informazioni) influenza la motivazione del soggetto.

Non si può valutare solo il risultato dell'effettiva presenza o assenza della conoscenza [Alsop, 1999, 273].

Si può comunicare e insegnare la Fisica (didattica informale) in **situazioni informali** e al grande pubblico, quali festival e fiere della Scienza, piazze, internet ed in genere **luoghi non tradizionalmente legati all'insegnamento** (didattica formale).

Vi sono **diversi modi** per trasmettere efficacemente i contenuti ai **vari destinatari**, anche tramite **linguaggi** apparentemente lontani, quale l'Arte, e/o le nuove tecnologie interattive, in modo da avvicinarli al mondo della Scienza tramite un'**emozione** positiva e propositiva.

#### ARTE E SCIENZA

La Scienza e l'Arte possono essere intrecciate in diversi modi. Il Cinema e il Teatro, per esempio, possono veicolare dei contenuti scientifici, oppure essere ispirati dalle vite degli scienziati.

D'altra parte, la Scienza connessa con la fantasia, nel genere della Fantascienza, dai libri al Cinema, oltre ad avere da sempre molto successo, a volte è stata addirittura spunto di ispirazione per nuove invenzioni. Diverse sono le fasce di pubblico appassionate del genere, e molti scienziati affermano di essersi avvicinati alla Scienza perché ispirati da romanzi o fumetti di fantascienza. Sembra che questi abbiano addirittura ispirato delle invenzioni...

In ogni caso, ciò che succede al cinema, a teatro o nelle storie di fantascienza è che il pubblico mette da parte i propri 'pregiudizi', operando quella che in termini tecnici si chiama *Suspension of disbelief*, e aprendosi con il cuore e la mente diventa più ricettivo, accettando anche ciò che si allontana dalla realtà quotidiana. Ciò può facilitare l'apprendimento informale e dunque veicolare contenuti scientifici, spesso considerati ostici, con molta facilità.

In realtà, i rapporti tra Arte e Scienza si intrecciano in vario modo nei secoli: sin dall'antichità, le rappresentazioni illustrate o dal vivo avevo lo scopo, più che di intrattenere il pubblico, di "educarlo", di informarlo, in particolare essendo la popolazione per la grande maggioranza analfabeta.

Nelle corti Rinascimentali le "curiosità" e le innovazioni provenienti da scoperte o invenzioni (per es. i fuochi d'artificio o i giochi d'acqua) erano utilizzate da parte dei Signori per suscitare meraviglia e dimostrare potere.

Nei secoli seguenti gli stessi scienziati erano soliti (se non obbligati) a fare presentazioni pubbliche e spesso spettacolari delle loro scoperte, allo scopo di stupire il pubblico con "effetti speciali" (per es. i raggi X di Rontgen o i fulmini di Tesla), diffondendo allo stesso tempo la conoscenza scientifica, e cercando di ottenere (o di rendere conto di) finanziamenti pubblici o privati.

In tempi recenti, le tecnologie "innovative", come la Fotografia, il Cinema e la Televisione, ebbero un grande merito nel diffondere la cultura tra la popolazione. [M. Lorenzi, M. Francaviglia, Avanca 2012]

Infatti il Cinema, perlomeno nell'idea dei Fratelli Lumière, nasce con l'intento, più che di intrattenere, di documentare la realtà, mentre la Fotografia era usata come strumento d'indagine scientifica, specialmente in Medicina (per es. Muybridge).

Robert Grau, un agente teatrale, pubblica nel 1914 "The Theatre of Science: A Volume

of Progress and Achievement in the Motion Picture Industry” confermando come il Cinema veniva visto come strumento “educativo” più che di intrattenimento, esso stesso prodotto della Scienza e tecnologico per eccellenza.

Come testimoniato dalle numerose associazioni nate all’inizio del 1900, i film venivano proiettati presso il grande pubblico per mostrare gli sviluppi della Scienza (per es. medica); inoltre molte proiezioni avevano per tema i progressi delle tecnologie, anche quelle stesse legate alle immagini, e l’illustrazione delle modalità di utilizzo (Goldschmeding 2012). Tra queste, nel 1930 a Parigi nacque l’ICS (Institut de Cinématographie Scientifique), ad opera di Charles Clauoué.

L’“Association pour la Documentation Photographique et Cinématographique dans les Sciences” nacque nel 1933 da due padri fondatori: lo stesso Charles Clauoué and Jean Painlevé.

Nel 1947 essa si evolve in International Scientific Film Association o Association Internationale du Cinéma Scientifique, organizzata come federazione di organizzazioni nazionali. Nel suo 42° anniversario, nel 1992, la parola “film” viene sostituita da “media” e il nuovo nome diventa International Association for Media in Science - IAMS. IAMS ha recentemente festeggiato il 20° anniversario (Goldschmeding 2012).

Secondo Jean Painlevé (1933) il Cinema doveva avere tre scopi:

- Produrre filmati relativi alla ricerca, in particolare per rendere l’invisibile visibile attraverso le tecniche di ripresa;
- Produrre filmati educativi per gli studenti;
- Disseminare la conoscenza presso l’uomo comune.

Arroio ha studiato il ruolo del Cinema nell’educazione scientifica, esplorando gli effetti dell’uso dei film sull’apprendimento scientifico (Arroio, 2007).

Inoltre è possibile apprendere informazioni, valori e conoscenze presenti nel discorso filmico, che mostra spesso la Scienza nelle società.

Nuove forme di Cinema (anche se i primi esperimenti risalgono agli anni ‘60, con l’idea di “Expanded Cinema”) come ad es. l’IMAX, il 3D-stereoscopico di fatto “aggiungono una nuova dimensione” e nuovi potenziali sviluppi alla cinematografia scientifica. Senza citare tutte quelle forme ‘ibride’ di pratiche interattive e media partecipativi, anche open. Del resto, gli scenari della ricerca artistica contemporanea, dalle avanguardie storiche all’Arte interattiva, contemplanò dei processi di avvicinamento progressivo dell’opera allo spettatore-fruitorè.

Le istanze di coinvolgimento plurisensoriale delle Avanguardie – Futurismo, Cubismo, Dadaismo, Surrealismo, Bauhaus, e il coinvolgimento comportamentale e intellettuale, partire dagli anni ‘50, con l’Arte cinetica, Fluxus, gli happening, il graffitismo, il movimento punk e cyberpunk, l’Arte elettronica e interattiva hanno contribuito a ridefinire la figura dell’artista, del fruitorè e dell’opera d’arte stessa [Drioli 2005; M.G. Lorenzi, M. Francaviglia, Aplimat 2008].

Da allora alla base della sperimentazione artistica c’è dunque:

- La partecipazione del pubblico;
- L’Arte intesa come processo, pratica di vita e gestualità performativa;

- L'idea di non separare più artista e spettatore e di instaurare aggregazioni sociali spontanee e reti di rapporti;
- L'evento artistico che mira a produrre sensibilità, umori, inquietudini e non oggetti
- Il concetto di network . [Drioli 2005]

Le performances sono spesso concepite seguendo istanze scientifiche o tecnologiche, come dimostrato da numerosi esempi.

In tutti i secoli si trovano comunque esempi di storie basate sulle vite di illustri personaggi, filosofi o “scienziati (naturali)”, poi catturate anche su pellicola o narrate in diverse forme. Nel XX secolo una forma di rappresentazione antichissima come il Teatro ri-scopre in maniera consapevole la funzione educativa del Teatro stesso, dando luogo a importanti sviluppi in Gran Bretagna, con molti lavori di TIE (Theatre in Education), il cui scopo era ristabilire le radici del Teatro nella comunità (Jackson, 1980).

In ogni caso, l'Arte rende possibile un dialogo sinergico tra Scienza e Società, usando il linguaggio delle emozioni per fornire un contesto che accorcia le distanze tra queste due. Le possibilità di rappresentare la Scienza a Teatro sono molte e corrispondono a volte a posizioni anche antitetiche fra loro.

Il Teatro contemporaneo e passato ha attinto in molte occasioni al mondo delle scienze e ha espresso, di conseguenza, le proprie visioni su di esse (si pensi al *Galileo* di Brecht o a *I fisici* di Dürrenmatt).

In Italia, dopo la Seconda Guerra Mondiale, Paolo Grassi e Giorgio Strehler, fondatori nel 1947 del Piccolo Teatro di Milano, sostennero la necessità di un teatro municipale, inteso come servizio pubblico, non solo aperto, ma destinato a tutto il pubblico, specialmente per coloro i quali non avevano i mezzi economici o non conoscevano tale arte. Lo scopo è fare del Teatro un centro di cultura, unendo alla produzione e alla programmazione di spettacoli di qualità, momenti di approfondimento, analisi, coscienza e conoscenza, anche legando il Teatro a un campo allargato di saperi, esperienze, valori (anche civili e sociali), con al centro lo spettatore [Piselli 2005].

A prescindere dai presupposti sociali, le stesse performances possono essere concepite seguendo temi scientifici o tecnologici, come fonti d'ispirazione o di produzione. Vi possono essere diverse possibili combinazioni, come dimostrato da una serie di casi specifici. In ogni caso, come già detto poc'anzi, le arti rendono possibile il dialogo sinergico tra Scienza e Società, usando il linguaggio delle emozioni per ridurre le distanze tra esse. Tuttavia, il discorso delle relazioni è troppo lungo e complesso da poter essere esaurito in questo lavoro. Per una discussione più esaustiva, si rimanda a [Lorenzi, to appear].

In questa sede forniremo uno specifico esempio di un lavoro situato, sotto diversi punti di vista, all'intersezione tra Arte e Scienza.

#### LA VITA E LA SCIENZA DI ALBERT EINSTEIN

Quando si evoca la Scienza moderna o ci si riferisce alla figura dello scienziato, difficile è non pensare immediatamente ad Albert Einstein, il genio universale della Fisica che, alle soglie del XX Secolo, contribuì in modo determinante a cambiare radicalmente la nostra visione del mondo, sfatando nel giro di pochi anni millenarie convinzioni sul carattere assoluto di Spazio e di Tempo, sul concetto di simultaneità, sulla natura continua

della materia, sulla distinzione tra materia solida ed impalpabile energia. Salito con fatica sulle solide spalle di Galileo, di Newton e di Maxwell, nel giro di pochi anni, tra il 1905 ed il 1916, Einstein sradicò infatti l'assolutezza della contemporaneità – dimostrando che ciò che accade in uno stesso istante per un osservatore può invece essere visto come sdoppiato in due eventi distinti per un altro osservatore; distrusse la convinzione che l'Universo possa essere un contenitore vuoto ed immutabile – sostituendolo con un Universo dinamico e plasmabile dalle forze di gravitazione e dalle masse; ipotizzò e dimostrò che in uno spazio pieno di materia la luce non cammina in linea retta ma si incurva invece seguendo le pieghe stesse dello spazio. Dalla nuova fisica di Einstein sarebbe scaturita una visione in cui l'Universo è esso stesso incognito, non più fredda arena di forze imposte dall'esterno ma piuttosto dominatore di sé stesso attraverso una curvatura sempre più forte quanta più materia si concentra, capace di vibrare incessantemente come un reticolo di luce e di forze, capace di espandersi o contrarsi sotto la spinta gravitazionale, ma anche capace di racchiudersi in sé stesso e nascondersi in un buco nero sotto l'impenetrabile cortina di un orizzonte degli eventi. [Francaviglia 2010].

Il mondo – dopo Einstein – non fu più sé stesso, e le millenarie convinzioni divennero ipotesi ed approssimazioni valide soltanto a patto che le velocità in gioco fossero piccole in confronto all'astronomica velocità della luce nel vuoto, o le forze in gioco troppo deboli per incurvare abbastanza il tessuto dello Spazio e del Tempo.

Einstein si trovava a passare in Italia nel 1895. In quest'epoca iniziava, ancora studente sedicenne, i suoi studi sul Tempo e sullo Spazio, approfittando di una pausa in quel di Pavia dove si era trovato al seguito dei suoi genitori in cerca di fortuna. Il giovane Einstein già rivelava, nella sua adolescenza, il piglio e la curiosità dello scienziato destinato a porre in dubbio le sue proprie convinzioni e disposto a cambiare profondamente il modello del mondo se nuove idee o nuove esperienze lo avessero richiesto.

In questa splendida pièce teatrale - che vede il giovane Einstein viaggiare ipoteticamente in treno tra Pavia e Genova, in compagnia di personaggi dell'epoca che egli veramente conobbe – la scomparsa di una spilla preziosa fa da motivo di fondo per affrontare, con divertente prosa ed altrettanto precise basi scientifiche, la risoluzione di un piccolo giallo mediante la prova che il presunto colpevole non avrebbe potuto essere contemporaneamente nel luogo del furto e nel luogo dove altri segnali erano stati osservati e percepiti. Il giovane Einstein interviene, tra amene conversazioni e schermaglie giocose con due sue coetanee, a difendere un malcapitato ragazzino sulla base delle sue rivoluzionarie intuizioni sulla nuova fisica, sulla propagazione luminosa, sul Tempo e sulla sua misurazione. L'opera termina con un espediente fantastico che non vogliamo qui anticipare per non distruggere la suspense di un finale armonioso e tutt'altro che scontato.

In questa accattivante rappresentazione si coniugano sia lo scorrevole dipanarsi di un pezzo non troppo fantasioso della nostra storia d'inizio secolo ventesimo - in uno spettacolo pieno di voci, di emozioni e di contenuti artistici - sia la rigorosa ma non pesante insinuazione di difficili ed innovativi concetti propri della rivoluzione scientifica del Novecento, inseriti nel testo in modo che la curiosità dello spettatore possa facilmente trasformarsi nella consapevolezza di quanto sia cambiato il punto di vista da cui l'Uomo osserva e misura il suo mondo. Sinergia tra Arte e Scienza ottenuta anche attraverso le conversazioni tra noi intercorse per trasformare un'idea brillante e piacevole in un'auten-

tica lezione di conoscenza.

Secondo quello stesso spirito animatore che condusse un giorno il grande Albert ad affermare che: “Where the world ceases to be the scene of our personal hopes and wishes, where we face it as free beings, admiring, asking and observing, there we enter the realm of Art and Science” (Là dove il mondo cessa di essere la scena delle nostre personali speranze ed ambizioni, dove noi ci confrontiamo con esso come esseri in ammirazione, osservando e cercando risposte, proprio là noi entriamo nel regno dell’Arte e della Scienza”).



*Figura 1: Il giovane Albert Einstein a Pavia, Italia. Sullo sfondo, a destra, la fabbrica di dinamometri elettriche del padre. (Digital composition copyright by Marcella Giulia Lorenzi)*

#### IN TRENO CON ALBERT

Da ragazzo, a Pavia, uno di noi (Edoardo) soleva muoversi in bici lungo il fiume Ticino, sulle cui rive ammirava quella vecchia fabbrica abbandonata, appartenuta una volta al padre di Einstein.

Nel 2005, durante le celebrazioni dell’Anno Mondiale della Fisica, in onore proprio del centenario dei primi scritti di Albert Einstein, Edoardo scoprì che il giovane scienziato tedesco intrattenne un’amicizia (o forse qualcosa in più) di lunga data con una ragazza del luogo, Ernestina Marangoni, come testimoniato da alcune delle lettere che i due si scambiarono nel tempo, esposte per l’occasione [Fregonese 2005].

Ancora più incuriosito, scoprì tutta la storia del periodo di soggiorno di Einstein in Italia negli anni 1895-6, incluso il progetto imprenditoriale della sua famiglia.

Quando nello stesso periodo gli fu commissionata la scrittura di un pezzo adatto per la rappresentazione nelle scuole, fu ispirato da questa storia affascinante. Tuttavia, più che rappresentare semplicemente l’episodio biografico, volle allora in qualche modo evidenziare l’importanza del pensiero scientifico di Einstein, creando una commedia con un pizzico di mistero, per risolvere il quale è necessario pensare ai concetti scientifici soggiacenti.

A questo punto iniziò la collaborazione con il Laboratorio per la Comunicazione scientifica dell’Università della Calabria per suggerimenti e spiegazioni scientifiche, nel segno di quella serietà che non è sempre dimostrata da chi tratta argomenti di Scienza, talora affrontati in modo poco rigoroso o addirittura superficiale.

Questa la trama dell’opera teatrale. Nel 1895 Albert Einstein ha 16 anni, e ha lasciato il liceo perché rifiuta i metodi autoritari della scuola tedesca. La sua famiglia si è trasferita

a Milano dove il padre sta per iniziare un'attività industriale. Albert, libero da impegni scolastici, anticonformista, ribelle, viene spesso in treno in Italia a trovare la famiglia, impara un po' la lingua e passa lunghe estati sulle colline dell'Oltrepò Pavese. E' proprio in uno di questi viaggi in treno che viene immaginato. E' una giornata piovosa di primavera e Albert sulla carrozza di un treno di seconda classe incontra Ernestina, la ragazza pavese con la quale, da adulto, avrà una documentata corrispondenza. L'incontro, insieme ad un misterioso evento dai contorni polizieschi, eccita la sua fantasia e gli fa intuire la relatività del tempo. E' solo un lampo: gli occorreranno dieci anni di studio per mettere a fuoco il concetto. Ma da quel momento la metafora del treno ricorrerà in tutti i suoi scritti divulgativi sulla Teoria della Relatività Ristretta.

Costruito su solide certezze storiche, biografiche e scientifiche, *In treno con Albert* è un testo sorprendente: immediato, brillante, avvincente come un poliziesco, ci porta lentamente nella mente del giovane Einstein, e ci fa fare insieme a lui un salto di comprensione della realtà. Per un momento la Relatività sembra a portata di mano. Poi nel finale, il paradosso stordisce Albert e gli spettatori, lasciandoli con l'emozione di un misterioso incontro.

"In treno con Albert" è stato rappresentato in diverse versioni. La prima messa in scena fu in realtà una lettura teatrale, inserita nelle attività di outreach del Convegno nazionale SIGRAV (Società Italiana di Relatività e Fisica della Gravitazione), tenutosi all'Università della Calabria nel 2008. In seguito fu rappresentato, col patrocinio del Teatro Litta di Milano, da studenti di scuola superiore, partecipando, tra le altre, al Festival internazionale "Connections", organizzato dal Royal National Theatre of London, and dove vinse il primo



*Figura 2: In treno con Albert. Ernestina Marangoni (Monica Rogledi), il giovane Albert Einstein (Beniamino Zannoni) e il Ferroviere (Mirko Soldano). Photo copyright di Marcella Giulia Lorenzi*

premio. I dodici personaggi in scena furono rappresentati ciascuno da uno studente. Tuttavia, ciò sarebbe stato difficile per una messa in scena professionale, a causa dell'alto costo di un gran numero di attori, spese di viaggio, ecc., cosicché una compagnia di Roma, Klesidra, lo produsse in una forma ibrida di rappresentazione, tra un concerto, una lettura ed uno spettacolo, con la regia dell'italo-tedesca Imogen Kusch, formatasi alla Central School of Speech and Drama di Londra.

Alla musica narrativa (Berg et al., 2010) di Federico Odling era in tale occasione affidato il compito di creare le atmosfere, colorare le emozioni e far percepire i rumori, mentre i due lettori facevano rivivere i personaggi che quel giorno del 1895 si ritrovano sul treno insieme ad Albert, unico personaggio a non seguire lo spartito, virtuoso solista di una vicenda enigmatica. L'astrazione della messa in scena, invece di allontanarci dalla vicenda, la rende più appassionante, facendoci entrare completamente nella mente del giovane Einstein per condividere con lui l'impressionante catena di associazioni che lo conducono a raggiungere la velocità della luce infrangendo la barriera del tempo.

Questa versione fu presentata e rappresentata in diverse occasioni, in particolare durante convegni, eventi scientifici, attività di outreach, festival, ecc. di particolare importanza la rappresentazione in seno ad ESOF2010 (European Science Open Forum), un convegno pan-Europeo a cadenza biennale, tenutosi a Torino, Italia, nel Luglio 2010. In questa occasione In treno con Albert è stato parte del programma 'Science in the City'. Altra importante cornice è stato l'Auditorium Bruno Touschek presso i Laboratori Nazionali di Frascati (Roma) dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), durante il Convegno Nazionale "Comunicare Fisica 2010".

Una versione più recente e rinnovata dello spettacolo, con regia questa volta dell'autore stesso è andata in scena a Roma, presso il Teatro Due, nel periodo fra il 14 febbraio e il 3 marzo 2013. Lo spettacolo è stato prodotto dal Carro dell'Orsa. Gli interpreti (Monica Rogledi e Mirko Soldano) recitano le parti dei diversi personaggi, caratterizzandoli con diversi atteggiamenti, voci ed inflessioni dialettali, affiancando il giovane Einstein (Beniamino Zannoni) sullo stesso palco, ma agendo quasi fino alla fine come in un mondo parallelo. In questa occasione lo spettacolo è stato anche affiancato da un ciclo di conferenze, coordinato da due di noi (ML e MF), con il patrocinio dell'Università della Calabria, del Laboratorio Esplica (Franco Fabbri) e della SIGRAV (Società Italiana di Relatività e Fisica della Gravitazione), oltre che in collaborazione con le attività del Laboratorio Didattico PERU dell'Università di Udine (diretto da Marisa Michelini).

#### LE CONFERENZE PUBBLICHE

Il ciclo di conferenze pubbliche che precede lo spettacolo include diversi studiosi, in particolare nel campo della Matematica e della Fisica. Gli argomenti trattati sono in qualche modo collegati ai temi dello spettacolo, e sono stati scelti con l'intenzione di suscitare la curiosità nel pubblico, e allo stesso tempo per cercare di spiegare alcuni dei temi scientifici affrontati nello spettacolo.

Per esempio, la conferenza dal titolo "Einstein che Abitava in Italia", a cura di Lucio Fregonese, è un excursus storico degli anni in cui il giovane Albert visse tra Pavia e Milano, nel nord Italia, dove il padre aveva aperto una fabbrica di dinamo elettriche. Negli anni 1895-6, infatti, Einstein viaggiava spesso tra la Germania e l'Italia. Come dimostrato da



una corrispondenza autentica, egli aveva incontrato una ragazza, Ernestina Marangoni, figlia di un industriale del luogo, con cui ebbe rapporti di amicizia perdurati nel tempo. Sembra che questo periodo della sua vita sia stato davvero stimolante e fruttuoso, gettando le basi per le sue future teorie [Fregonese 2005].

Uno di noi, (MF), fondatore all'inizio degli anni 1990 della Società Italiana di Relatività e Fisica della Gravitazione (SIGRAV), spiega nel suo intervento le teorie di Einstein, mentre altri due fisici, Marisa Michelini e Franco Fabbri, esplorano argomenti e sviluppi della fisica del XX secolo, letti anche in chiave storica (la luce, la Meccanica Quantistica, le dimensioni parallele, ecc.). Altri argomenti sono trattati seguendo un approccio divulgativo, divertente ed interdisciplinare. Il programma completo delle Conferenze è il seguente:

<b>Conferenziere</b>	<b>Titolo della Conferenza</b>	<b>Afferenze</b>
Franco Fabbri	Le Dimensioni Parallele	LNF - INFN; ESPLICA
Lucio Fregonese	Einstein che Abitava in Italia	Univ. di Pavia; SISFA
Pasquale Di Nezza	Istruzioni per Viaggiare nel Tempo	LNF - INFN
Adele La Rana	Einstein Aveva Ragione	CERN
Roberto Giacobbo	Divulgare la Conoscenza	RAI 2 VOYAGER
Catalina O. Curceanu	Il Gatto di Schrödinger	LNF - INFN
Furio Honsell	Perché la Notte è Buia...?	Univ. di Udine
Salvatore Capozziello	Il Cielo di Zeus	Univ. di Napoli; SIGRAV
Marisa Michelini	Dentro a un Raggio di Luce	GIREP; PERU - Univ. di Udine
Marisa Michelini e Giacomo Zuccarini	Un Dio che Gioca a dadi	GIREP; PERU - Univ. di Udine
Adele La Rana	Musica dallo Spazio	CERN
Piero Patteri	La Notte Buia delle Stelle Scomparse	LNF - INFN
Franco Fabbri e Mauro Francaviglia	Quanto è Scura la "Materia Oscura"...?	LNF - INFN; ESPLICA; Univ. di Torino; SIGRAV
Marcella Giulia Lorenzi	Dipingere la Quarta Dimensione (Painting with Light)	Univ. della Calabria; IAMS; PERU
Salvatore Capozziello	La Macchina del Tempo	Univ. di Napoli; SIGRAV
Mauro Francaviglia e Marcella Giulia Lorenzi	$E=mc^2$ : Cosa ci hai Capito...?	Univ. di Torino; SIGRAV e Univ. della Calabria; IAMS; PERU

<b>Acronimi</b>	<b>Istituzione o Organismo</b>
ESPLICA no-profit	Laboratorio per la Divulgazione Scientifica e Culturale nell'Era Digitale
GIREP	Gruppo Internazionale per la Ricerca nell'Insegnamento della Fisica
IAMS	International Association for Media in Science (Associazione Internazionale per i Media nella Scienza)
INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
LNF	Laboratori Nazionali di Frascati (Roma)
PERU	Physics Education Research Unit (Unità di Ricerca nell'Insegnamento della Fisica)
SIGRAV	Società Italiana di Relatività Generale e Fisica della Gravitazione
SISFA	Società Italiana di Storia della Fisica e dell'Astronomia

### CONCLUSIONI

Come in altre sperimentazioni già da noi collaudate (quali il video interattivo “ $E=mc^2$ ” - Lorenzi et. Al, 2007 - e l'installazione “Superstrings” - Francaviglia, Lorenzi & Petry, 2007 - insieme con la “Superstring Performance” - Lorenzi & Francaviglia, 2011) l'obiettivo del Laboratorio per la Comunicazione Scientifica dell'Università della Calabria, insieme con altri studiosi e artisti che con esso collaborano, è quello di promuovere l'interazione fra Arte e Scienza attraverso la realizzazione di prodotti artistici esteticamente validi, utilizzando il linguaggio delle emozioni per veicolare contenuti scientifici rigorosi, e spesso utilizzando le teorie scientifiche come basi sulle quali costruire i prodotti stessi.

Questo ci ha portato anche a una fruttuosa collaborazione con Franco Fabbri e Marisa Michelini. In particolare, Fabbri organizza una scuola periodica di Comunicazione e Divulgazione della Fisica, principalmente indirizzata ai Ricercatori dell'INFN (l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), nel cui ambito uno di noi (MGL) tiene un corso su “Arte e Scienza”. L'ultimo progetto di collaborazione è il progetto “Adotta Scienza e Arte” nell'ambito del Laboratorio no-profit Esplica [Adotta 2013].

Insieme con Marisa Michelini (attuale Presidente del GIREP - International Research Group on Physics Teaching - e coordinatore dell'Unità di ricerca in didattica della Fisica dell'Università di Udine) abbiamo creato moduli on-line di Arte e Scienza per il Progetto di Master IDIFO3 [Francaviglia et al., 2013].

Abbiamo anche implementato un percorso educativo relativo alla Fisica nella Danza, basato su quesiti che si pongono naturalmente quando si osservano i movimenti stessi della Danza, utilizzate come punto di partenza per studiare la dinamica dei sistemi di corpi articolati. D'altro canto si è anche operato all'interno di una squadra interdisciplinare, sviluppando una performance coreutica che rappresenta alcuni processi fisici, in particolari il Tempo e la sua natura, insieme ai processi che permettono di capire cosa sia il Tempo stesso. La Danza offre infatti agli insegnanti di Fisica molte opportunità di insegnare la Fisica in modo motivante, mostrando come i modelli vengono costruiti e come essi siano alla base del ragionamento umano nell'interpretare

i fenomeni e nel costruire teorie.

Si deve inoltre osservare che la Fisica e la Matematica sembrano esercitare un'attrattiva sempre più debole nelle nuove generazioni: in contrasto con una Società che privilegia ormai le immagini e il movimento, gli standard di insegnamento di queste discipline sembrano spesso restare eccessivamente ancorati agli schemi tradizionali che preferiscono l'astrazione. Nuovi paradigmi e nuovi strumenti, maggiormente basati su suoni e immagini, oltre che sull'Arte, sugli strumenti multimediali e su nuove forme e tecnologie di comunicazione, sono profondamente utili per invertire questa tendenza. L'Arte, in particolare, attraverso i suoi aspetti stratificati, può quindi giocare un ruolo fondamentale nel trovare nuovi percorsi comunicativi.

Da questo punto di vista, chi sia coinvolto in esperienze artistiche (Cinema, Teatro, ma anche editoria e altro) opera una specie di "sospensione dell'incredulità" (già citata prima), che rende i contenuti scientifici più facilmente comprensibili. Dall'altro canto si rende necessario riformare l'insegnamento scientifico (dalla formazione degli Insegnanti, allo sviluppo di standard educativi e al miglioramento degli accessi per tutti) intendendo questo come un sfida a livello mondiale di natura strettamente essenziale per favorire questo necessario cambiamento globale. Nell'insegnamento scientifico si è rilevato in modo sempre più netto che il cosiddetto "insegnamento orizzontale" (quello in cui gli Insegnanti accompagnano mano nella mano i discenti per guidarli in un "viaggio di scoperta", stimolandone osservazioni, capacità d'esperienza, immaginazione, curiosità e capacità di ragionamento) contribuisce ad accrescere enormemente le capacità intellettive e manuali degli studenti. In questa operazione culturale, ovviamente, i nuovi mezzi di comunicazione (i "Media") possono essere estremamente produttivi. In un'epoca in cui l'informazione fluisce continuamente - coinvolgendo il pubblico (e soprattutto quello più giovane) in questioni importanti per lo sviluppo della Società - le attività di intrattenimento possono divenire cruciali, costituendo, di fatto, un ulteriore ponte fra Società e Scienza.

Nuovi metodi ed approcci educativi inter- e trans-disciplinari, uniti a pratiche e metodi partecipativi, in cui i docenti possono svolgere il ruolo di facilitatori, possono essere utili per preparare i giovani a vivere in un mondo in continuo cambiamento. Si può e si deve fare della buona Comunicazione, o della buona Divulgazione, senza dover, necessariamente, stravolgere l'effettiva complessità teorica della disciplina affrontata. Infatti, laddove la mente non può da sola cogliere difficili passaggi, perché lontani dalla percezione quotidiana cui essa è abituata, i linguaggi e le pratiche artistiche, soprattutto se interattivi, e gli strumenti multimediali avanzati permettono di colmare la lacuna percettiva inducendo il fruitore a percepire, virtualmente, una realtà diversa cui la sua mente non è, per struttura, direttamente abituata, facilitandone una dimensione affettiva in un contesto informale.

Nella sua opera "Principles of Research" Albert Einstein disse che sia l'artista sia lo scienziato sostituiscono al mondo delle esperienze un mondo da loro stessi creato, allo scopo di raggiungere la "trascendenza". D'altro canto, anche Marvin Minsky ha puntualizzato l'importanza della rappresentazione artistica per meglio capire i concetti scientifici: "Indipendentemente da quali siano gli scopi, i più efficaci metodi del pensiero umano sono probabilmente quelli che ci aiutano a trovare nuove forme di rap-

presentazione. Perché questo è così importante...? Perché ciascuna nuova rappresentazione suggerisce modi nuovi di comprensione; e su uno comprende qualcosa in un modo soltanto, difficilmente lo comprende a fondo. Forse questo è il modo in cui l'Arte spesso precede il fiorire della Cultura". Osserviamo, infine, che Wilson [Wilson 2010] spinge ancora più a fondo questo concetto, dimostrando attraverso l'uso di una ricca varietà di esempi, che: "Il ruolo che l'artista ha non è solamente quello di interpretare e diffondere la conoscenza scientifica, ma anche quello di essere partner attivo nel determinare le direzioni della ricerca stessa".

Nuovi metodi ed approcci educativi inter- e trans-disciplinari, uniti a pratiche e metodi partecipatori, in cui i docenti possono svolgere il ruolo di facilitatori, possono essere utili per preparare i giovani a vivere in un mondo in continuo cambiamento. Si può e si deve fare della buona Comunicazione, o della buona Divulgazione senza dover, necessariamente, stravolgere l'effettiva complessità teorica della disciplina affrontata. Infatti, laddove la mente non può da sola cogliere difficili passaggi, perché lontani dalla percezione quotidiana cui essa è abituata, i linguaggi e le pratiche artistiche, soprattutto se interattivi, e gli strumenti multimediali avanzati permettono di colmare la lacuna percettiva inducendo il fruitore a percepire, virtualmente, una realtà diversa cui la sua mente non è, per struttura, direttamente abituata, facilitato da una dimensione affettiva in un contesto informale.

### Bibliografia

- Adotta (2013). *Adotta Scienza e Arte nella tua classe*. [www.espluca.it](http://www.espluca.it)
- V. Capocchiani, Lorenzi M, M. Michellini, A.M. Rossi, A. Stefanel (2011). *Physics in Dance and Dance to Represent Physical Processes*. *Aplimat - Journal Of Applied Mathematics*, p. 72-84, ISSN: 1337-6365
- A. Drioli (2005), *Linguaggi elettronici nell'arte contemporanea italiana e strumenti per la loro documentazione e valorizzazione : interactive art : tesi di dottorato*; tutor: Gaia Salvatori ; coordinatore: Stefania Gigli Quilici 2005. Seconda università degli studi di Napoli, Facoltà di lettere e filosofia, dottorato di ricerca in Metodologie conoscitive per la conservazione e la valorizzazione dei beni culturali, 17. ciclo
- M. Francaviglia (2009), *The Legacy of General Relativity in the Third Millennium*  
*Journal of Combinatorics, Information & System Sciences* 35 (2010), No. 1, pp. 167-202
- Proceedings of "IMST 2009 – FIM 17, *Seventeenth International Conference of Forum for Interdisciplinary Mathematics on Interdisciplinary Mathematical and Statistical Techniques*, Pilsen, Czech Republic, May 23-26, 2009" - C.S. Bose Keynote Lecture
- Francaviglia M, Lorenzi M, Michellini M, Santi L, Stefanel A (2012). *IDIFO3 Continuing Teachers Training on Topics of Modern Physics and the Mathematical Foundations of Quantum Physics: a Cross Sectional Approach*. *Aplimat - Journal Of Applied Mathematics*, vol. 5, ISSN: 1337-6365
- L. Fregonese (a cura di, 2005), *Gioventù felice in terra pavese. Le lettere di Albert Einstein al Museo per la Storia dell'Università di Pavia*. Cisalpino-Istituto editoriale universitario, Milano 2005, 129 p.  
Fonti e studi per la storia dell'Università di Pavia. Documenti di arte e scienza, ISBN: 88-323-6040-3
- M. G. Lorenzi, L. Fatibene, M. Francaviglia (2007), *Più Veloce della Luce: Visualizzare lo SpazioTempo relativistic*. Centro Editoriale e Libreria dell'Università della Calabria (Cosenza, 2007), 80 pp. + DVD-Rom, ISBN: 88-7458-067-3
- M. G. Lorenzi, M. Francaviglia (2008), *Art & Mathematics: Motion and Fourth Dimension, the Revolution of XX Century*, *APLIMAT - Journal of Applied Mathematics*, 1 (2), 97-108 (2008) – ISSN 1337-6365  
in: "Proceedings 7th International Conference APLIMAT 2008" (Bratislava, February 5-8, 2008); M. Kováčová Ed.; Slovak University of Technology (Bratislava, 2008), pp. 673-683, ISBN 978-80-89313-03-7 (book and CD-Rom)
- M. G. Lorenzi, M. Francaviglia (2009), *Più Veloce della Luce...? a) Spazio, Tempo e SpazioTempo da Euclide ad Einstein; b) Si Può Visualizzare la Relatività in 5 Minuti...?*  
in: "Le Applicazioni della Matematica da Eulero ad Oggi", Atti del 17.o Congresso Nazionale - Mathesis, Chieti 2007; G. Isernia, A. Maturo & A. Zappacosta Eds.; Editrice Rotas (Barletta, 2009), pp. 219-242; ISBN 978-88-7458-067-3
- M. G. Lorenzi, M. Francaviglia (2012), *Cinema, Theatre and Science. An Example Inspired by Einstein's Life and Theories* - in: "AVANCA / CINEMA 2012", Proceedings International Conference and Festival, Avanca, July, 2012; A. Costa Valente & R. Capucho, Ed.s; Edições Cine-Clube de Avanca (Avanca, 2012), Capitolo 1 (Cinema - Arte), pp. 95-100 ISBN 978-989-96858-2-6
- E. Piselli, *Nuovo teatro e formazione dello spettatore*, "La biblioteca dello spettatore", maggio 2005, [www.teatridivita.it/materiali/formazione.pdf](http://www.teatridivita.it/materiali/formazione.pdf)
- S. Wilson (2010), *Art + Science Now*, Thames & Hudson (London, UK, 2010) – ISBN 978-0500238684

di Franco L. Fabbri

# *Postfazione in Memoria di Mauro Francaviglia*

Mauro Francaviglia ci ha lasciato il 24 giugno 2013, due giorni dopo il compimento del suo sessantesimo compleanno, nella pienezza della sua vita di uomo e di scienziato. Egli è una delle figure rilevanti della matematica italiana contemporanea. I suoi lavori scientifici riguardano la Teoria dei Numeri, i Fondamenti della Geometria, la Fisica Matematica, la Geometria Differenziale, la Relatività Generale, la Fisica Relativistica, la Teoria dei Campi, la Simmetria in Matematica e in Fisica, la Quantizzazione e la Termodinamica. La sua carriera scientifica si svolge all'Università di Torino, dove si è laureato nel 1975 ed è divenuto Professore Ordinario di Fisica Matematica appena cinque anni dopo. Co-fondatore e Managing Editor del "Journal of Geometry and Physics", nel 1990 fonda la SIGRAV che riunisce i matematici e i fisici italiani interessati agli aspetti della Relatività Generale e della Gravitazione. Della SIGRAV, Mauro Francaviglia è stato Presidente al momento della fondazione, poi - per un secondo mandato - nel 2012, e ne è successivamente divenuto Presidente Emerito. È autore di oltre 250 lavori, editore di diciannove atti di congressi e organizzatore di ventuno conferenze scientifiche. Consapevole del dovere di ogni scienziato a divulgare scienza presso il pubblico generico, si è sempre impegnato in molteplici attività nella formazione della didattica della matematica e nella comunicazione della scienza con lezioni, seminari e contributi, specificatamente alle conferenze delle serie ScienArt, Aplimat, Bridges e ComunicareFisica. Promotore e assiduo sostenitore della candidatura dell'Università di Torino a organizzare "ComunicareFisica 2012" ne ha presieduto con Marcella Giulia Lorenzi la sessione "Comunicazione Scientifica e Arte". La sua scomparsa giunge nel momento in cui è appena terminata la revisione degli Atti di questa conferenza che a lui è spontaneo dedicare.

Gli interessi di Mauro Francaviglia spaziano anche in molti altri settori. Cultore di storia dell'arte antica, filatelico, conoscitore di molte lingue, appassionato collezionista di gadget pop. Mauro Francaviglia era per molti di noi, non solo eminente collega, ma anche sincero amico. Chi ha avuto l'opportunità di conoscerlo nella vita privata, oltre l'ambiente scientifico e accademico, ne apprezza doti inattese quali la franchezza, la spontaneità, la creatività, l'entusiasmo. Uomo di scienza, Uomo di grande cultura, Uomo di profonda umanità: così desideriamo ricordarlo.





UNIVERSITÀ  
DELLO STATO  
DI TORINO  
VIA S. MARTINO 4  
10125 TORINO



REGIONE  
PIEMONTE

PROVINCIA  
DI TORINO

CITTA' DI TORINO

MUSEI REGIONALI  
DI SCIENZE NATURALI

INFIM-TO

AGORÀ SCIENZA  
CENTRO CULTURALE E DIDATTICO

Centro  
Scienza

MASSO A CURA AMATEUR

FacTech

Giornali di Scienze del Museo di Storia  
Naturale, Museo di Geologia e Mineralogia  
e Museo di Zoologia