

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'INSUBRIA

Dipartimento di Fisica e Matematica



**LA FISICA ATTORNO A NOI: COME 100 ANNI
DI SCOPERTE HANNO CAMBIATO LA VITA
QUOTIDIANA**

Indice

Introduzione	1
1 Il progetto	3
1.1 Gli scopi	3
1.2 L'esposizione	4
1.3 Le iniziative	4
1.3.1 Le conferenze	4
1.3.2 I concorsi	5
1.3.3 Gli enti scientifici	5
1.3.4 Le scuole	6
2 La mostra scientifica	7
2.1 Area Einstein	8
2.2 Area Marie Curie	8
2.3 Area Marconi	9
2.4 Area Leonardo	10
2.5 Area Heisenberg	11
2.6 Area Fermi	11
2.7 Area Watson	12
2.8 Area Hubble	12
2.9 Area Newton	13
2.10 Area Volta	14
2.11 Area Boltzmann	14
2.12 Area Pontecorvo	15
3 Indirizzi e persone di riferimento	16

Introduzione

Negli ultimi 100 anni, le scoperte nei diversi campi della scienza si sono susseguite a velocità impressionante. Le ricadute sulla vita di ogni giorno sono state e sono rilevanti: dal cellulare che tutti possediamo ai sistemi per la diagnosi precoce delle malattie, dai satelliti per le telecomunicazioni ai sistemi di prevenzione dei terremoti, dalla prima radiografia all'uso dei raggi X per comprendere la struttura del DNA, dalla calcolatrice ai computer più sofisticati.

Praticamente in tutti i settori sopra citati, il ruolo della fisica e dei fisici è risultato fondamentale, ma pochi lo sanno. Tra tutti i possibili tipi di "scienziati", il fisico forse è quello meno conosciuto, pur avendo contribuito in maniera così importante alla storia del progresso. A parte aver inventato la bomba atomica, si sa veramente che cosa ha fatto, che cosa fa e che cosa può fare un fisico?

Lo scopo di questa mostra è far capire il modo di pensare, di lavorare e di interagire dei fisici e il ruolo che questi scienziati hanno avuto negli ultimi 100 anni, cioè a partire dalla teoria della relatività di Einstein, al cui compleanno secolare è dedicato l'anno della fisica. Vogliamo però raggiungere questo obiettivo senza mai annoiare il visitatore, anzi, la mostra punta a colpire, a divertire e ad affascinare: i principi fisici possono essere illustrati con esperimenti sensazionali oppure realizzati con grande semplicità. Per i primi occorrono laboratori sofisticati, ingenti risorse umane ed economiche e grandi capacità organizzative, per i secondi può bastare il laboratorio di una scuola o addirittura, con un po' di inventiva, semplici oggetti di uso quotidiano. Non vogliamo infatti nascondere un punto fondamentale, ossia che il fisico, quando lavora, si appassiona e quindi si diverte. E vogliamo invitare i visitatori a divertirsi insieme a noi, e a intuire attraverso la meraviglia e la sorpresa suscitata da esperimenti e dispositivi a volte semplici la profondità delle idee che stanno alla base delle grandi scoperte della fisica. La mostra quindi sarà rivolta a tutti, ai bambini come ai nonni: tutti si divertiranno e, in misura diversa a seconda della propria età e della propria formazione, si faranno un'idea di che cosa è la fisica moderna, di che cosa ha dato e di che cosa può dare in futuro.

Il percorso sarà organizzato in aree specifiche, ciascuna dotata di pannelli descrittivi e di esperienze e di esibizioni più o meno sofisticate. Saranno gli autori stessi dei pannelli e delle esperienze che illustreranno ai visitatori i punti

fondamentali della mostra e li accompagneranno in questo accattivante viaggio nella fisica moderna, puntando a raggiungere il duplice scopo che ci siamo proposti: da un lato far capire come, prima dello sviluppo della tecnologia, occorra comprendere i fenomeni che stanno alla base della natura per poterli sfruttare nel modo giusto; dall'altro, dimostrare come una persona che ha studiato fisica possa occuparsi degli argomenti più disparati e fornire un contributo fondamentale dall'infinitamente piccolo all'infinitamente grande.

Lo sapevate ad esempio che uno dei due vincitori del premio Nobel per la medicina nel 2003 che ha premiato l'invenzione dell'NMR diagnostica, è stato Peter Mansfield che era un fisico?

E sapevate che gli inventori del transistor, questo grande sconosciuto che vi permette di utilizzare computer sempre più potenti e cellulari sempre più piccoli e leggeri, erano tre fisici teorici (premi Nobel nel 1947)? E che uno di questi signori ha sviluppato successivamente la teoria della superconduttività (vincendo così un secondo premio Nobel), che è alla base di tutti gli apparecchi NMR diagnostici e sarà il punto di partenza per i treni a levitazione del futuro?

Forse no. Lo scopo di questa mostra è proprio questo: farvi capire cosa abbiamo fatto, cosa sappiamo fare e cosa potremmo fare. Divertendovi e stimolando la vostra curiosità.

Capitolo 1

Il progetto

Questo capitolo contiene la descrizione degli scopi della mostra, presentata in dettaglio nel prossimo capitolo, delle iniziative ad essa connesse e della logistica prevista per l'esposizione.

1.1 Gli scopi

Il 2005 è l'anno dedicato alla Fisica; in tutto il mondo si stanno organizzando eventi di vario genere: dalle mostre alle conferenze alle esposizioni viaggianti. In quest'ambito, il Dipartimento di Fisica e Matematica dell'Università dell'Insubria intende organizzare una mostra che da un lato sottolinei come la fisica sia, prima di tutto, scienza e cultura, e dall'altro faccia comprendere quale è e quale può essere il ruolo e l'apporto del fisico nella vita quotidiana. Tutto questo attraverso un percorso espositivo a pannelli e soprattutto attraverso l'esibizione "dal vivo" di strumenti e piccoli esperimenti, alcuni affascinanti e sensazionali, e a volte riproducibili a casa propria dai visitatori più curiosi e interessati. Molti degli esperimenti proposti e tutti i pannelli esposti saranno realizzati a Como, dai fisici dell'Università dell'Insubria e dagli studenti, non solo dell'Università ma anche delle scuole superiori del territorio. Gli scopi dell'iniziativa possono essere così elencati:

- informare il pubblico sul ruolo fondamentale svolto dalla fisica e dai fisici nello sviluppo tecnologico dell'ultimo secolo, senza dimenticare che la fisica è, prima di tutto, cultura, ed un elemento essenziale per la comprensione del mondo e di noi stessi;
- creare un rapporto di collaborazione con le scuole e le imprese del territorio
- dimostrare la presenza e l'importanza dei fisici nei diversi ambiti lavorativi

- avvicinare e interessare gli studenti delle scuole superiori alla fisica
- avvicinare la cittadinanza e il territorio alla Facoltà di Scienze di Como, ed in particolare alla attivissima comunità di fisici che vi opera
- mostrare che i principi più astrusi e i dispositivi più sofisticati possono essere spiegati e simulati con apparati ed esperimenti semplici e quasi casalinghi, capaci di sorprendere e affascinare chiunque

1.2 L'esposizione

La mostra è da intendersi come un percorso fra le scoperte scientifiche degli ultimi 100 anni e la loro applicazione nei vari ambiti della vita quotidiana, e la loro esemplificazione attraverso apparati funzionanti e esperimenti semplici ma coinvolgenti.

Sono previste 11 aree tematiche (che verranno descritte in dettaglio nel prossimo capitolo), ciascuna delle quali indipendente dalle altre in modo che anche una visita parziale dell'esposizione non risulti un'esperienza incompleta per i visitatori. L'anello di raccordo fra le varie aree tematiche risulta essere l'area centrale "Einstein" dove viene descritto cosa è la fisica, qual è il ruolo del fisico e quale il significato di un'indagine scientifica. Quest'area costituisce anche il punto di partenza e di arrivo della mostra.

Vista l'indipendenza delle diverse aree non è strettamente necessario che la mostra venga allestita in un unico luogo. Diversi stand potrebbero essere esposti per le piazze di Como. Nel caso in cui uno spazio sufficientemente ampio venga reso disponibile, allora si prevede l'istallazione di postazioni 'satellite' in centro città per pubblicizzare la mostra e richiamare l'attenzione dei passanti con materiale informativo di diverso genere (gadget, opuscoli, concorsi etc.).

Per quanto riguarda l'estensione dell'area espositiva, si prevede di avere a disposizione circa 50 m² per ogni area tematica e 100 m² per la zona di raccordo centrale. Alcune delle aree tematiche avranno bisogno di spazi oscurati (o di essere completamente oscurate) per poter effettuare le esperienze.

1.3 Le iniziative

1.3.1 Le conferenze

Oltre allo spazio espositivo si prevede la presenza di un'area dedicata allo svolgimento di conferenze. Tale area potrà essere utilizzata per incontri a tema serali, rivolti alla cittadinanza, ma seminari su "ordinazione" potranno essere richiesti e

concordati con le scuole e effettuati durante il giorno.

Possibili titoli per i seminari sono i seguenti:

- La fisica nello sport
- La fisica e la musica
- La fisica e il mondo del lavoro
- La fisica e l'arte

1.3.2 I concorsi

Si prevede di bandire due concorsi nell'ambito della mostra.

Nel primo concorso, aperto agli studenti delle scuole superiori, si assegnerà all'inizio della mostra un tema legato alla fisica moderna. I partecipanti dovranno realizzare in forma elettronica un poster che illustri in modo semplice e per non specialisti il tema proposto. Una giuria, alla fine della mostra, selezionerà il poster più riuscito, che verrà stampato ed esposto con evidenza nei giorni finali della mostra. L'esecutore del migliore poster vincerà un viaggio premio per due persone nella città di Ginevra, con visita guidata del complesso degli acceleratori del CERN, il prestigioso centro internazionale per lo studio delle interazioni fondamentali.

Il secondo concorso, aperto a tutti, si baserà su una serie di quiz e giochi legati alle esibizioni nelle varie aree tematiche, per un totale complessivo di 11 prove (una per area tematica). I partecipanti si iscriveranno inizialmente al concorso e riceveranno una pagella, su cui verrà annotato un voto (in trentesimi) in base all'esito di ciascuna prova. Non necessariamente le prove devono essere eseguite tutte nello stesso giorno. Alla fine della mostra, si sceglierà, tra i partecipanti che presenteranno la pagella completa, quello con il punteggio più elevato. Il vincitore avrà diritto ad un viaggio premio per due persone ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso, l'importante centro scientifico internazionale dove si studiano le sottili connessioni tra la fisica delle particelle e l'astrofisica, e che fa dell'Italia uno dei paesi scientificamente all'avanguardia in questo settore.

1.3.3 Gli enti scientifici

Si prevede di contattare i seguenti enti scientifici per richiedere la collaborazione nella realizzazione della mostra:

- La Società Italiana di Fisica
- INFN

- CNR
- INAF e Osservatorio di Merate
- l'Ospedale Sant'Anna di Como
- l'Arpa
- JRC di Ispra

1.3.4 Le scuole

Si prevede di contattare tutte le scuole superiori presenti sul territorio della provincia di Como e Varese e zone limitrofe.

Capitolo 2

La mostra scientifica

La mostra è strutturata in 12 diverse aree:

- l'area **Einstein** di raccordo centrale che fa da punto di partenza della mostra
- l'area **Marie Curie** dedicata alla fisica nella medicina
- l'area **Marconi** dedicata alla fisica nelle telecomunicazioni e alla microelettronica
- l'area **Leonardo** dedicata alla fisica nelle Belle Arti
- l'area **Heisenberg** dedicata alla meccanica quantistica e ai suoi paradossi
- l'area **Fermi** dedicata all'energia e all'ambiente
- l'area **Watson** dedicata alla biofisica
- l'area **Hubble** dedicata all'astrofisica
- l'area **Newton** dedicata all'ottica
- l'area **Volta** dedicata all'elettromagnetismo
- l'area **Boltzmann** dedicata ai fenomeni caotici
- l'area **Pontecorvo** dedicata alla fisica delle particelle

In ciascuna area, si prevede di allestire alcune esperienze sperimentali affiancate da pannelli descrittivi. Ogni gruppo di esperienze vanta almeno una esperienza di facile realizzazione. In ogni area si prevede anche la presenza di un pannello descrittivo delle attività dell'Università dell'Insubria attinenti al tema dell'area stessa.

Ogni area/esperienza prevede la presenza di una postazione multimediale nella quale viene visualizzata la descrizione della postazione stessa e vengono prodotti i risultati delle eventuali prove, con possibilità di stampa-ricordo del risultato stesso.

Si prevede la realizzazione di un catalogo della mostra, di un sito web dedicato e di una o più postazioni “gazebo-like” sparse nella città per pubblicizzare l’evento.

Di seguito sono descritte le aree elencate sopra.

2.1 Area Einstein

L’area Einstein è il punto di partenza dell’intera mostra. Ha come scopo l’introduzione dei visitatori al mondo della fisica e alle scoperte più significative degli ultimi 100 anni. Si prevede l’installazione di pannelli riassuntivi su:

- cos’è la fisica: l’indagine scientifica
- il ruolo del fisico nel campo scientifico e nella vita di ogni giorno
- la fisica degli ultimi 100 anni
- la fisica dei prossimi 100 anni
- i premi Nobel della fisica
- la fisica nella filosofia: come la fisica ha cambiato il modo di pensare
- le donne nella fisica

Nella stessa area è presente una postazione dedicata alla Facoltà di Scienze dell’Università dell’Insubria e al suo attuale e possibile ruolo sul territorio.

Si prevede l’installazione di un apparato audio-visivo per la proiezione continua di presentazioni e filmati.

2.2 Area Marie Curie

L’area Marie Curie è dedicata al ruolo della fisica e dei fisici in ambito medico. I campi della medicina presi in esame sono:

- la medicina diagnostica
- la medicina nucleare

- la radioterapia

È previsto che ogni ambito sia descritto da uno o più pannelli contenenti:

- la fisica delle radiazioni utilizzate (raggi X e γ)
- la descrizione di imaging diagnostico con raggi X (radiografia, mammografia, TAC) e degli strumenti utilizzati
- la descrizione di imaging diagnostico con raggi γ (SPECT e PET) e degli strumenti utilizzati
- la descrizione di sistemi diagnostici non basati sull'uso di radiazioni (ecografia, NMR)
- la descrizione dei principi base della radioterapia
- l'applicazione degli acceleratori di particelle in ambito radioterapico

È prevista la realizzazione delle seguenti esperienze:

- un apparato per la misura del battito cardiaco dei visitatori con stampa del risultato
- una stazione per l'acquisizione di immagini ecografiche con stampa del risultato
- il tubo a raggi X
- simulazione a LED di un acceleratore lineare per medicina e della tecnica diagnostica PET
- strumenti per la misura della radioattività naturale

Si prevede la presenza di fisici medici qualificati attualmente in forza presso l'Ospedale Sant'Anna di Como e di studenti del curriculum di fisica biomedica dell'Università di Como.

2.3 Area Marconi

L'area Marconi è dedicata al ruolo della fisica nell'ambito delle telecomunicazioni e alla microelettronica. Nei pannelli verranno descritte:

- la teoria del trasporto dei segnali

- i principi di funzionamento della fibra ottica
- le caratteristiche dei laser
- il ruolo dei satelliti nella definizione della rete globale
- il funzionamento dei semiconduttori e la loro comprensione sulla base dei principi della meccanica quantistica
- il funzionamento dei componenti principali e il loro utilizzo nella vita di ogni giorno (ad es. il computer, la radio, il cellulare)

È prevista la realizzazione delle seguenti esperienze:

- la trasmissione dei segnali in diversi materiali
- la trasmissione di un segnale elettrico via fascio laser modulato in ampiezza
- la realizzazione di una calcolatrice con componenti a bassa scala di integrazione
- la costruzione di una radio fatta in casa

Si prevede un apporto da parte di personale qualificato in forza presso la Pirelli e la Fast Web.

2.4 Area Leonardo

L'area Leonardo è dedicata al ruolo della fisica nel campo delle Belle Arti e dell'archeometria. Nei pannelli verranno descritte:

- i sistemi di datazione delle opere d'arte
- i sistemi di radiografia non distruttiva delle opere d'arte
- i sistemi di identificazione dei materiali
- l'olografia come mezzo di identificazione di contraffazioni e/o deterioramenti

È prevista la realizzazione delle seguenti esperienze:

- l'identificazione di materiali tramite spettri ottenuti con sorgenti di americio e con una apparecchiatura commerciale
- l'identificazione di contraffazioni e/o deterioramento di oggetti tramite l'olografia

Si prevede la possibilità di utilizzare come materiali-campione quelli portati dai visitatori con stampa-ricordo del risultato.

2.5 Area Heisenberg

L'area Heisenberg è dedicata alla meccanica quantistica e ai suoi paradossi. Nei pannelli verranno descritti:

- la meccanica quantistica e i suoi paradossi
- la non-località
- il teletrasporto
- i Q-bit e i computer del futuro
- la crittografia

È prevista la realizzazione delle seguenti esperienze:

-

2.6 Area Fermi

L'area Fermi è dedicata al ruolo della fisica nel campo dell'energia e dell'ambiente, e alla delicata interazione tra questi due aspetti. Nei pannelli verranno descritte:

- le fonti di energia
- l'energia nucleare: vantaggi e rischi
- le fonti di energia alternativa
- i sistemi di rivelazione dell'inquinamento
- la radioattività

È prevista la realizzazione delle seguenti esperienze:

- costruzione di una cella solare
- costruzione di una cella a combustibile
- la misura della costante solare (all'aperto)
- emissione di radon da un campione
- esempio di generazione di energia dal vento
- misura di campi elettromagnetici
- misura di uno spettro ambientale con un rivelatore al germanio portatile

2.7 Area Watson

L'area Watson è dedicata al ruolo della fisica nel campo della biofisica. Nei pannelli verranno descritte:

- le principali tecniche fisiche per la biologia e la biochimica
- la spettro-fotometria
- l'elettroforesi per l'analisi delle proteine e del DNA
- la diffrazione dei raggi X per lo studio della struttura delle molecole biologiche
- la risonanza magnetica nucleare (NMR)
- la spettrometria di massa per l'identificazione delle proteine

È prevista la realizzazione delle seguenti esperienze:

- prisma gigante
- la dimostrazione dell'elettroforesi
- l'analisi di una sostanza attraverso lo spettro di trasmissione
- struttura del DNA
- NMR da banco
- figure di interferenza
- visualizzazione in tempo reale di figure al buio tramite chemiluminescenza

2.8 Area Hubble

L'area Hubble è dedicata all'astrofisica. Nei pannelli verranno descritte:

- le importanti scoperte del 20° secolo in ambito astrofisico
- l'evoluzione stellare sulla base della fisica nucleare
- la scoperta dell'espansione dell'universo e del redshift
- la radiazione cosmica di fondo
- il modello del Big-Bang

- gli oggetti “estremi” dell’universo, tipo buchi neri, pulsar, quasar.

È prevista la realizzazione delle seguenti esperienze:

- l’osservazione del sole tramite un telescopio motorizzato posizionato sul tetto dell’edificio
- modello gigante del sistema solare
- modellini dei satelliti X
- simulazioni al computer di fenomeni astrofisici
- la misurazione dei flussi di raggi cosmici in funzione dell’angolo
- la spiegazione, basata sul principio di conservazione del momento angolare, dell’altissima velocità di rotazione delle pulsar con dimostrazione pratica
- il giroscopio (precessione degli equinozi)

2.9 Area Newton

L’area Newton è dedicata alla spiegazione di cosa è la luce visibile e dei diversi fenomeni che hanno origine dalla sua interazione con la materia. Nei pannelli verranno descritte:

- cos’è la luce
- la misura della velocità della luce
- la teoria del colore (riflessione e rifrazione)
- il perché del colore del cielo e dell’ombra
- la formazione dell’arcobaleno

È prevista l’installazione dei seguenti apparati sperimentali:

- vasche per ricreare i colori del cielo e delle ombre
- ‘gocciabaleno’
- uno spettrometro a prisma con diverse lampade
- uno spettrometro a fibra
- un proiettore con filtri colorati
- l’esperimento completo della polarizzazione
- costruzione di un semplice spettrometro a reticolo

2.10 Area Volta

L'area Volta è dedicata alla descrizione dell'elettromagnetismo e delle importanti scoperte scientifiche e tecnologiche avvenute successivamente alla sua formalizzazione teorica. Nei pannelli verranno descritte:

- cos'è la carica elettrica e l'esperimento di Millikan
- il magnetismo e gli esperimenti di Ampere
- il concetto di campo; i campi elettrici e magnetici
- i diversi materiali
- la superconduttività

È prevista la realizzazione dei seguenti apparati:

- costruzione di una pila di Volta
- carica/scarica elettrostatica (Van der Graaff)
- la superconduttività
- levitazione magnetica
- motori elettrici e magnetici costruiti con oggetti quotidiani
- calamita/correnti con polvere di ferro
- ferro fluido

2.11 Area Boltzmann

L'area Boltzmann è dedicata ai fenomeni caotici, ossia a quei processi il cui esito dipende in modo critico dalle condizioni iniziali. I fisici del caos spesso studiano i fenomeni caotici a partire da sistemi meccanici relativamente semplici, come per esempio le evoluzioni delle bilie su di un comunissimo tavolo da biliardo. Divergenti e talvolta sorprendenti simulazioni al computer mostreranno i meccanismi di insorgenza e le caratteristiche dei fenomeni caotici.

2.12 Area Pontecorvo

L'area Pontecorvo è dedicata alla fisica delle particelle. Nei pannelli verranno descritte:

- l'importanza della scuola italiana di fisica degli anni '30
- la storia della fisica delle particelle: dalla radioattività naturale ai raggi cosmici, dai grandi acceleratori terrestri allo spazio
- i principi base di funzionamento di acceleratori e rivelatori: la simbiosi conoscenza-tecnologia
- la fisica delle particelle e il Big-Bang
- la simmetria materia-antimateria nell'universo
- i neutrini, questi sconosciuti
- la materia oscura: dov'è il 96% dell'universo che non possiamo vedere?
- i grandi laboratori di ricerca: CERN, Gran Sasso, Fermilab

È prevista la realizzazione delle seguenti esperienze:

- rivelazione di radioattività naturale
- una camera a nebbia di Wilson
- la misura del rapporto e/m dell'elettrone
- la misura della radioattività naturale
- visualizzazione di raggi cosmici
- modello meccanico di un acceleratore lineare
- modello di un rivelatore a deriva con i LED

Capitolo 3

Indirizzi e persone di riferimento

- Prof. Andrea Giuliani, Dipartimento di Fisica e Matematica
Università dell'Insubria, Via Valleggio 11, 20100 Como
E-mail andrea.giuliani@uninsubria.it
Tel. +39-031-238-6217, Fax +39-031-238-6209
- Dr. Michela Prest, Dipartimento di Fisica e Matematica
Università dell'Insubria, Via Valleggio 11, 20100 Como
E-mail michela.prest@uninsubria.it
Tel. +39-031-238-6462, Fax +39-031-238-6449