

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

## La fisica in gioco

### **This is the author's manuscript**

*Original Citation:*

*Availability:*

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/143116> since

*Publisher:*

KIM WILLIAMS BOOKS

*Terms of use:*

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

## LA FISICA IN GIOCO

**G. Rinaudo<sup>(3)</sup>, A. Anselmino<sup>(18)</sup>, A. Audrito<sup>(1)</sup>, F. Balestra<sup>(2)</sup>, F. Belletti<sup>(6)</sup>, F. Bellon<sup>(17)</sup>, L. Bodini<sup>(11)</sup>, P. Civera<sup>(5)</sup>, A. Cocco<sup>(14)</sup>, G. Comino<sup>(14)</sup>, S. Coscia<sup>(4)</sup>, D. Crosta<sup>(16)</sup>, A. Cuppari<sup>(13)</sup>, P. Del Brenna<sup>(1)</sup>, V. Gandolfti<sup>(5)</sup>, I. Mancianti<sup>(12)</sup>, G. Maniscalco<sup>(2)</sup>, M. Maoret<sup>(10)</sup>, C. Marino<sup>(3)</sup>, T. Marino<sup>(7)</sup>, D. Marocchi<sup>(2)</sup>, A. Merletti<sup>(8)</sup>, L. Montaldi<sup>(6)</sup>, A. Musarella<sup>(7)</sup>, E. Peracca<sup>(9)</sup>, M. Quaglia<sup>(19)</sup>, C. Quaranta<sup>(1)</sup>, G. Rovero<sup>(1)</sup>, P. Suria<sup>(5)</sup>, P. Tamagno<sup>(8)</sup>, F. Tarabionio<sup>(17)</sup>, L. Torchio<sup>(15)</sup>, C. Torrazza<sup>(14)</sup>, R. Urigu<sup>(6)</sup>, A. Vecchi<sup>(12)</sup>, G. Vecco<sup>(1)</sup>, P. Vigna<sup>(9)</sup>**

<sup>(1)</sup>Associazione per l'Insegnamento della Fisica (A.I.F.), Sezione di Settimo Torinese, <sup>(2)</sup>Dipartimento di Fisica Generale, Università di Torino, <sup>(3)</sup>Dipartimento di Fisica Sperimentale, Università di Torino, <sup>(4)</sup>Liceo Scientifico Amaldi di Orbassano, <sup>(5)</sup>Liceo Scientifico Cattaneo di Torino, <sup>(6)</sup>Liceo Scientifico Copernico di Torino, <sup>(7)</sup>Liceo Scientifico Curie di Grugliasco, <sup>(8)</sup>Liceo Scientifico Curie di Pinerolo, <sup>(9)</sup>Liceo Scientifico Einstein di Torino, <sup>(10)</sup>Liceo Scientifico Faà di Bruno di Torino, <sup>(11)</sup>Liceo Scientifico Ferraris di Torino, <sup>(12)</sup>Liceo Classico Gioberti di Torino, <sup>(13)</sup>Liceo Scientifico Gobetti di Torino, <sup>(14)</sup>Liceo Scientifico Monti di Chieri, <sup>(15)</sup>Liceo Scientifico Newton di Chivasso, <sup>(16)</sup>ITI Peano di Torino, <sup>(17)</sup>Liceo Scientifico Rosa di Bussoleno, <sup>(18)</sup>Liceo Europeo Spinelli di Torino, <sup>(19)</sup>ITIS Avogadro di Torino,

### Premessa

Il laboratorio di fisica, specialmente se fatto al di fuori dello stretto ambito scolastico, ha da sempre stimolato interesse e curiosità da parte di studenti motivati e tendenzialmente orientati verso le discipline scientifiche. Fra le varie iniziative riguardanti attività laboratoriali di fisica presentate al workshop, discuteremo due esperienze ormai storiche nel panorama piemontese delle offerte di questo tipo, entrambe rivolte a studenti di Scuola Secondaria di II grado.

La prima iniziativa, "Tre Mattine all'Università", nasce "dall'alto", nell'ambito delle iniziative offerte da diversi corsi di studio della Facoltà di Scienze MFN dell'Università di Torino, con l'intento di offrire a studenti di scuola secondaria superiore un'esperienza, breve ma concreta, di che cosa significa studiare fisica all'università. L'iniziativa è ormai alla sua quinta edizione e, per la fisica, ha comportato l'offerta di laboratori di fisica improntati a uno spirito di interattività e partecipazione.

La seconda iniziativa, "Uno stage di Fisica in CasAlpina", nasce invece "dal basso", e precisamente da una proposta di docenti di scuola secondaria iscritti all'Associazione per l'Insegnamento della Fisica (A.I.F.) di attivare presso una casa alpina uno stage residenziale per studenti dell'ultimo anno di Scuola Secondaria di II grado, scelti nelle proprie scuole fra i più motivati, durante il quale gli studenti svolgono attività di laboratorio di fisica non strettamente convenzionale intorno a un certo numero di "tavoli di lavoro". Alla proposta ha

aderito fattivamente il Corso di Studi in Fisica dell'Università di Torino, offrendo supporto tecnico, logistico, scientifico e, quando possibile, finanziario. I temi trattati sono cambiati leggermente negli otto anni dalla prima attivazione, ma hanno sempre mantenuto una caratteristica di forte interattività e coinvolgimento personale.

Le motivazioni per entrambe sono

- la diffusa richiesta da parte degli studenti di capire meglio la realtà quotidiana e di vedere la fisica anche in contesti non scolastici,
- le indicazioni delle prove internazionali OCSE-PISA che rivelano la difficoltà degli studenti di applicare la "scienza" appresa a scuola alla soluzione di problemi,
- la richiesta da parte dei docenti di avere materiale di tipo laboratoriale da utilizzare anche in situazioni in cui sono carenti le strutture di laboratorio,
- il desiderio da parte di docenti motivati di sviluppare attività innovative di *ricerca-azione* nel campo del laboratorio di fisica.

Durante il workshop sono stati presentati i materiali sviluppati nei due tipi di "laboratorio di fisica", discusso il potenziale utilizzo di ciascuno nell'ambito della didattica della fisica nella scuola secondaria, esposti alcuni esempi di esperimenti sviluppati nell'ambito di ciascun tema e, nell'ultima parte del workshop, offerta la possibilità di eseguire direttamente alcuni esperimenti di persona o a piccoli gruppi.

### Il laboratorio di fisica in "Tre mattine all'Università"

Come i laboratori analoghi riguardanti la chimica, la matematica e le scienze biologiche, il laboratorio, che è alla sua quinta edizione, nacque da una proposta dell'ex-IRRE-Piemonte, appoggiata dal Centro Servizi Didattici della Provincia di Torino (CE.SE.DI) e dalla Facoltà di Scienze MFN dell'Università di Torino, e proseguì poi autonomamente nell'ambito delle iniziative per l'orientamento della Facoltà di Scienze MFN. Il laboratorio è rivolto a studenti selezionati del quarto anno di scuola secondaria superiore e si svolge in tre mattinate in cui gli studenti frequentano laboratori universitari.

Per la fisica, è organizzato intorno a quattro "esperimenti", scelti perché riguardano temi rilevanti di meccanica o di termodinamica (adatti quindi a studenti del quarto anno di scuola secondaria superiore), che hanno segnato uno sviluppo significativo nella storia della fisica (e quindi sono associati a nomi di scienziati importanti) e sono legati a fenomeni di vita quotidiana.

Gli esperimenti vengono svolti direttamente dagli studenti, divisi in gruppi, con lo scopo principale di comprendere *l'arte della sperimentazione*, più che di riprodurre risultati precisi e ben noti, utilizzando diverse tecnologie. Il messaggio che si vuole dare è infatti che la Fisica è parte del nostro patrimonio storico e culturale, permea i fenomeni della nostra vita quotidiana e le diverse tecnologie che utilizziamo.

Nel seguito descriveremo brevemente i 4 esperimenti; la documentazione dettagliata è riportata nei siti web [1] e [2].

#### Galileo: velocità e accelerazione

Quale ruolo abbiano la velocità e l'accelerazione nei mille tipi di moto della vita quotidiana è ben presente a tutti, ma non sempre si riesce a separarne gli effetti e individuarne gli ordini di grandezza.

Nell'esperimento, si riscoprono questi due concetti partendo dalle prime osservazioni di Galileo che posero le basi per lo sviluppo di tutta la meccanica: con lo storico esperimento del

"piano inclina  
successivi di  
debbono stare

- la *vel*  
*crebbe*
- ciò c  
nell'u  
*l'acce*

Nell'esperimento  
velocità e le  
quotidiana qua  
libera, si ricor  
SONAR e  
abbastanza di  
accelerazioni,  
(Figura 1) ch  
variazioni anc  
breve.

#### Newton: l'acce

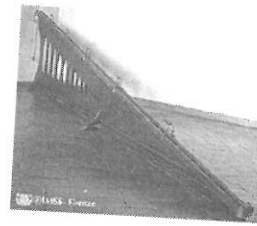
L'accelerazione  
descrivere la  
caratteristiche  
su di esso. È c  
concetti di ve  
predecessori: la  
forza di att  
continuamente  
dedusse la dip  
distanza  $r$  fra i  
di gravità  $g$  con  
gravitazionale c

Nell'esperimento  
scopo è di esple  
di precisione. F  
costante sulla s  
nelle vicinanze  
(miniere, pozzi  
moderni GPS, c  
le frequenze e i  
**Torricelli, Boy**  
Pressione e tem  
quotidiani a pa

“piano inclinato”, Galileo scoprì che, per avere intervalli di tempo uguali fra due passaggi successivi di una pallina in corrispondenza dei traguardi posti lungo il piano, le distanze debbono stare fra di loro come i numeri 1, 3, 5, 7, ..., dimostrando così che:

- la *velocità* di caduta non è costante ma *cresce* man mano che la pallina scende,
- ciò che importa è la variazione  $\Delta v$  nell'unità di tempo  $\Delta t$ , cioè *l'accelerazione*.

Nell'esperimento, per esplorare le variazioni di velocità e le accelerazioni in fenomeni di vita quotidiana quali un semplice salto o una caduta libera, si ricorre a strumenti tecnologici come il SONAR e l'accelerometro, oggi di uso abbastanza diffuso per misurare distanze e accelerazioni, collegati a una calcolatrice grafica (Figura 1) che permette di registrare le loro variazioni anche su intervalli di tempo molto brevi.



sonar



calcolatrice



Figura 1

### Newton: l'accelerazione di gravità

L'accelerazione è una grandezza essenziale non solo per descrivere la “cinematica” del moto, ma soprattutto per descriverne la “dinamica”, cioè il legame fra le caratteristiche del moto di un corpo e le forze che agiscono su di esso. È ciò che scoprì Newton, partendo proprio dai concetti di velocità e accelerazione già chiariti dai suoi predecessori: la famosa “mela” cade sulla Terra per la stessa forza di attrazione gravitazionale che fa “cadere” continuamente la Luna verso la Terra. Newton infatti dedusse la dipendenza della forza di gravitazione dalla distanza  $r$  fra i corpi partendo dal rapporto fra l'accelerazione di gravità  $g$  con cui cade la mela sulla Terra e l'accelerazione gravitazionale della Luna verso la Terra.



Figura 2

Nell'esperimento si esegue una misura precisa di  $g$  con un *pendolo reversibile* (Figura 2): lo scopo è di esplorare le difficoltà tecniche e concettuali che si debbono superare in una misura di precisione. Perché è importante una elevata precisione nella misura di  $g$ ? Perché  $g$  non è costante sulla superficie della Terra, dato che dipende dalla distribuzione delle masse poste nelle vicinanze: ciò è utilissimo per le esplorazioni dei materiali presenti nel sottosuolo (miniere, pozzi, ecc.), ma è anche sorgente di correzioni importanti per applicazioni, come i moderni GPS, che richiedono misure di precisione di grandezze che dipendono da  $g$  quali sono le frequenze e i tempi di propagazione dei segnali,

### Torricelli, Boyle, Gay-Lussac, Avogadro: le leggi dei gas

Pressione e temperatura sono due grandezze molto familiari che caratterizzano molti fenomeni quotidiani a partire da quelli meteorologici, tuttavia il percorso storico che portò a capire il

ruolo che esse giocano soprattutto nelle leggi che governano i gas fu lungo e non sempre lineare. Vediamo gli attori principali di questo percorso:

- Torricelli misura la *pressione*,
- Boyle scopre la relazione fra pressione e volume,
- Charles e Gay-Lussac scoprono la relazione fra pressione e temperatura, e fra volume e temperatura, individuando così il vero "zero" di temperatura,
- fino a giungere ad Avogadro e al suo "numero" che segna l'inizio del modello atomico della materia.

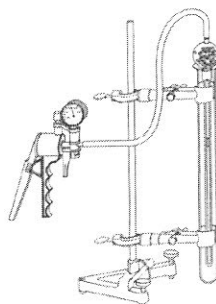


Figura 3

L'esperimento è quello del "termometro a gas" (Figura 3), in cui si variano pressione e/o temperatura e si esaminano tutte le possibili correlazioni fra le "variabili di stato": lo scopo è di scoprire, attraverso misure controllate di grandezze misurabili direttamente, i valori di grandezze non raggiungibili direttamente, come lo zero delle "temperature assolute" e il numero di "moli" presenti in un certo volume di gas.

#### Herschel: la radiazione infrarossa

Fra tutti i tipi di termometro che oggi sono disponibili anche in dispositivi molto comuni, i termometri "all'infrarosso" stanno diffondendosi su larga scala, in particolare in quelle applicazioni in cui è necessario misurare la temperatura di un corpo senza un contatto diretto, come ad esempio la temperatura dell'orecchio interno di un bimbo o la temperatura di una stella: in questi casi si ricorre allo spettro della radiazione elettromagnetica, perché la radiazione può viaggiare a distanza portando nel proprio "spettro di frequenza" la traccia della temperatura della sorgente che l'ha emessa.

Il primo che eseguì una misura "calorimetrica" di uno spettro fu, all'inizio dell'Ottocento, l'astronomo Herschel, meglio noto per la scoperta del pianeta Nettuno. Volendo indagare se il "potere calorifico" dei raggi del sole fosse lo stesso ai diversi colori, separò con un prisma di vetro il fascio di luce solare nei suoi colori e misurò il riscaldamento in corrispondenza dei diversi colori con un termometro molto sensibile (Figura 4): scoprì così che giunge energia anche dove i raggi del sole sembrano non arrivare, cioè "al di sotto del rosso", da cui il nome di *infrarosso* dato a questo colore invisibile.

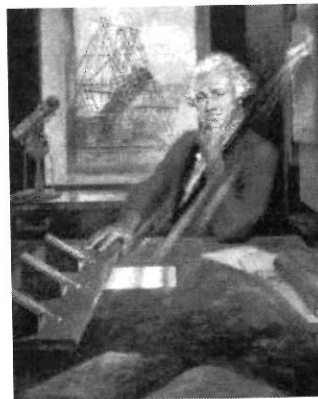


Figura 4

Anche se meno nota, la scoperta dell'infrarosso da parte di Herschel fu sicuramente più importante della scoperta del pianeta Nettuno, perché apriva un nuovo percorso e forniva una nuova tecnica per rispondere a domande di base quali "qual è la natura della luce?", "perché certi colori scaldano di più?", "perché certi colori sono invisibili all'occhio umano?", ecc. Le

risposte a "spettro di" "meccanic.

Lo scopo incandesce incluso l' "lunghezza attraverso l

#### Uno stag

Come ricor scuola seco principale e vede a scuo una "casa a riconoscern fisica nelle pensare è in in un ambie senso del "g

Le attività s) ragazzi, divi gruppo, e su sessione ple: quelle che o danno spazi strumentazio: I temi degli o

Non discutere nel sito web | quello di un es Partendo dal " sensori (sonar, sensori e raccoc difficilmente c

<sup>1</sup> Queste attività numerose e con i

risposte a queste domande condussero all'esplorazione delle leggi della spettroscopia e dello "spettro di corpo nero" fino alla scoperta del quanto di Planck da cui inizia la lunga storia della "meccanica quantistica".

Lo scopo dell'esperimento è ripetere la misura di Herschel usando una lampada a incandescenza e misurando con un *foto diodo* l'intensità di radiazione ai diversi "colori", incluso l'IR; con un reticolo di diffrazione, si associa poi il colore della radiazione alla "lunghezza d'onda" in modo da ricostruire lo spettro di emissione della lampada e risalire, attraverso la legge di Wien, alla temperatura del filamento.

### Uno stage di fisica in CasAlpina

Come ricordato nella premessa, l'idea dello stage di fisica venne da docenti di fisica nella scuola secondaria superiore, soci della sezione A.I.F. di Settimo Torinese. La motivazione principale era di riuscire a mostrare agli studenti una faccia della fisica diversa da quella che si vede a scuola portandoli, anche fisicamente, in un luogo lontano dalla scuola, come appunto è una "casa alpina". Nello stage, di tre giorni, gli studenti potevano "giocare con la fisica" per riconoscerne gli aspetti quotidiani, non ingessati nel programma scolastico, ritrovando così la fisica nelle proprie radici culturali e scoprendo quanta parte del nostro modo di essere e di pensare è intessuto di fisica. C'erano poi altre finalità formative, che sono favorite dal trovarsi in un ambiente non scolastico, quali condividere esperienze, imparare a comunicare, creare il senso del "gruppo" che lavora insieme per raggiungere un risultato, ecc.

Le attività sperimentali sono incentrate su 8 esperimenti, chiamati "tavoli" (di lavoro), che i ragazzi, divisi in gruppi, debbono gestire con una guida da parte del "tutor" assegnato al gruppo, e sui quali debbono poi riferire ai compagni impegnati in altri tavoli durante la sessione plenaria finale. Le attività sono scelte dagli insegnanti-tutor, preferibilmente fra quelle che offrono aspetti ludici e di scoperta, sono fuori del normale curriculum scolastico, danno spazio all'autonomia e spirito di iniziativa degli studenti e non richiedono strumentazione costosa o difficile da trasportare.

I temi degli otto tavoli di lavoro sono:

1. *La fisica online*
2. *Fisica e paranormale*
3. *Fisica "fatta a mano"*
4. *I LED e Planck*
5. *Luce, colore ed energia*
6. *Suoni "analogici" e "digitali"*
7. *Raggi cosmici*
8. *Fisica in cucina*

Non discuteremo in dettaglio tutti gli esperimenti (la documentazione dettagliata è reperibile nel sito web [3]), quanto piuttosto cercheremo di illustrare l'approccio adottato, diverso da quello di un esperimento fatto in classe.

Partendo dal "Tavolo 1", gli esperimenti online<sup>1</sup>, l'uso della *calcolatrice grafica* e di diversi sensori (sonar, microfono, accelerometro, ecc.), permette agli studenti di eseguire misure con i sensori e raccogliere dati con la calcolatrice grafica di fenomeni con un dettaglio e una qualità difficilmente ottenibili con strumentazione convenzionale. Inoltre la possibilità di avere

<sup>1</sup> Queste attività sono simili a quelle dell'esperimento 1 di "Tre mattine": nello stage le attività sono più numerose e con maggiore spazio dato alla scoperta e interpretazione dei dati.

“online” il grafico dell’evoluzione temporale permette di lavorare direttamente sui grafici, cercando di interpretarli alla luce delle proprie conoscenze e della propria modellizzazione del fenomeno. In Figura 5 è mostrato, a scopo illustrativo, il salto da uno sgabello “visto” con un accelerometro: gli studenti dovevano riconoscere le accelerazioni all’inizio del salto, durante la caduta libera e durante il successivo brusco impatto con il suolo. Dal nostro punto di vista sono interessanti tutti i momenti di accelerazione durante il salto, per gli studenti l’accelerazione iniziale e quella di caduta libera non destano in generale particolare interesse, mentre tutto l’interesse è rivolto all’alto valore dell’accelerazione durante l’impatto con il suolo, che può raggiungere anche due o tre volte l’accelerazione di gravità (in parte dovuto all’interesse per il “numero di g” di cui si parla nei film di fantascienza, ma anche nelle corse di “formula 1”).

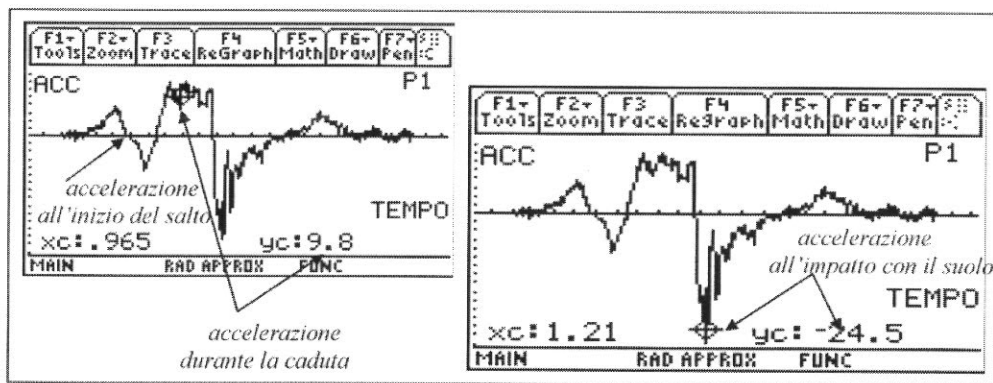


Figura 5

Due “tavoli” che attirano sempre molto interesse da parte degli studenti sono il tavolo 2 (Fisica e paranormale) e il tavolo 3 (Fisica fatta a mano).

Nel “tavolo 2” si tratta di far funzionare giocattoli curiosi oppure giochi che sembrano richiedere doti “paranormali”, ma che sono spiegabilissimi con le normali leggi della fisica<sup>2</sup>; con una curiosa mescolanza fra una esibizione da giocolieri a scopo di intrattenimento e una discussione, anche abbastanza formale, della fisica del giocattolo, questo tavolo crea un’atmosfera tutta particolare al momento della presentazione (Figura 6).

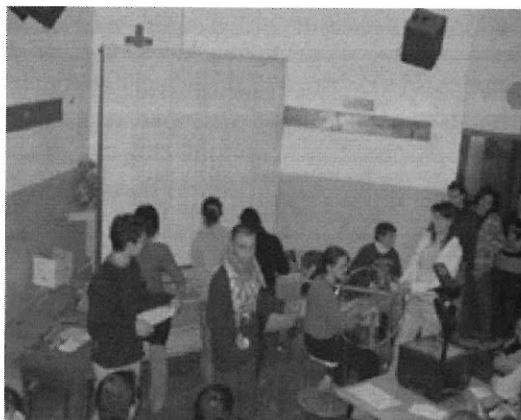


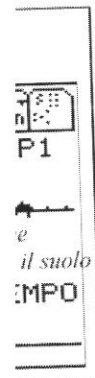
Figura 6

<sup>2</sup> Nell’edizione 2009, le attività della “fisica del paranormale” sono state: *Il papero bevitore, Gocce danzanti e dita nel piombo fuso, Il levitron, Levitazione con vincolo, Liquidi misteriosi, Armonia universale, Il pendolo invertito, Psicocinesi, Le fantomatiche linee di Hartmann, Il teatrino della fisica.*

Il “tavolo 2” è quello del “tutto quello che si rivolte alla c di dispositi interesse stor di Figura 7, fisiche e mir sotto una luce Ci sono anch con importan che, nonosta rilassato di qu una certa fasci Uno di quest misura la cost costante fond quantistica, e: tensione - corr diversi. L’esp numerose publ varietà nei m analizzarli; noi dagli studenti della luce em reticolo di diffi che la misura fascino dell’esp nell’abbinare l’i i LED che orn presenti nella q uso comune, all: misteriosa e di qual è  $\hbar$ . La F ottenuto dal gr valore di  $\hbar$  di  $\epsilon$  al valore atteso.

<sup>3</sup> Nell’edizione 2009, le attività della “fisica del paranormale” sono state: *Il papero bevitore, Gocce danzanti e dita nel piombo fuso, Il levitron, Levitazione con vincolo, Liquidi misteriosi, Armonia universale, Il pendolo invertito, Psicocinesi, Le fantomatiche linee di Hartmann, Il teatrino della fisica.*

grafici,  
one del  
con un  
rante la  
sta sono  
erazione  
tre tutto  
che può  
se per il  
l").



Il "tavolo 3" riguarda attività<sup>3</sup> simili a quelle del "tavolo 2", ma con un taglio più rivolto alla costruzione e al funzionamento di dispositivi strani, talvolta anche di interesse storico, come il motore di Tesla di Figura 7, strettamente legati a leggi fisiche e mirati a farle scoprire o vedere sotto una luce diversa e meno formale.

Ci sono anche tavoli che riguardano temi con importanti aspetti teorici e formali e che, nonostante l'ambiente molto più rilassato di quello scolastico, attirano molto una certa fascia di studenti.

Uno di questi è il "tavolo 4", in cui si misura la costante di Planck  $\hbar$ , che è la costante fondamentale della meccanica quantistica, esaminando la caratteristica tensione - corrente di diodi LED di colori diversi. L'esperimento è descritto in numerose pubblicazioni [4], con una certa varietà nei modi di rilevare i dati e di analizzarli; noi scegliemmo di far misurare dagli studenti stessi la lunghezza d'onda della luce emessa dal diodo usando il reticolo di diffrazione, nonostante il fatto che la misura non sia semplicissima. Il fascino dell'esperimento risiede in parte nell'abbinare l'utilizzo di dispositivi come i LED che ormai sono molto comuni e presenti nella quotidianità degli oggetti di uso comune, alla misura di una grandezza misteriosa e di non facile interpretazione qual è  $\hbar$ . La Figura 8 mostra il risultato ottenuto dal gruppo di lavoro, con un valore di  $\hbar$  di  $6 \cdot 10^{-34}$  J·s fin troppo vicino al valore atteso.

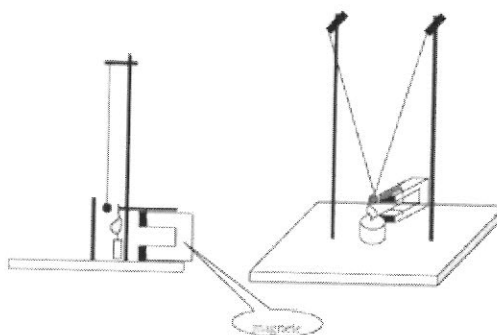


Figura 7

Costante di Planck

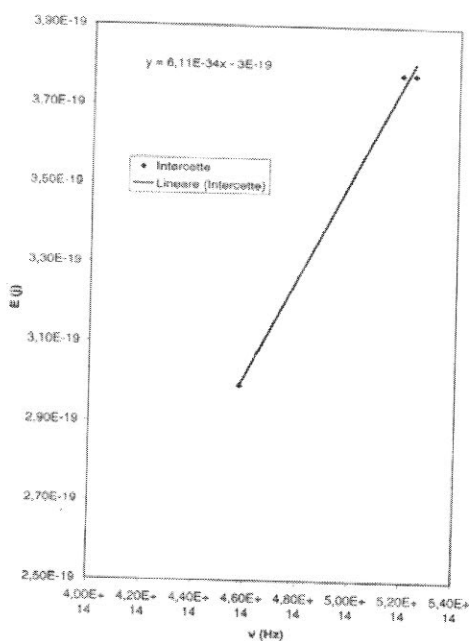


Figura 8

<sup>3</sup> Nell'edizione 2009, le attività del tavolo 3 sono state: *Giociamo con il geomag, Giociamo anche con biglie di acciaio, Il magnetoscopio, Giociamo a fare i maghi, Misuriamo con la levitazione la forza magnetica, Costruiamo una macchina a fluido elettrico stile Carnot, Sentire la voce del campo magnetico, Giociamo con un hard disk, Freniamo un carrellino sul piano inclinato, Giociamo con il fuoco, Costruiamo e studiamo un motorino elettrico, Costruiamo una macchina elettromagnetica, Giociamo con i dadi.*

itore, Gocce  
si, Armonia  
ella fisica.



Anche il "tavolo 5", *Luce, colore ed energia*, riguarda un tema molto impegnativo, cioè lo spettro energetico della radiazione, affrontato con un'indagine simile a quella dell'esperimento 4 di "Tre mattine", con un respiro maggiore e più spazio dato all'indagine sulla natura ondulatoria della luce (in Figura 9 è mostrato lo schema dell'apparato usato per misurare la lunghezza d'onda con il reticolo di diffrazione).

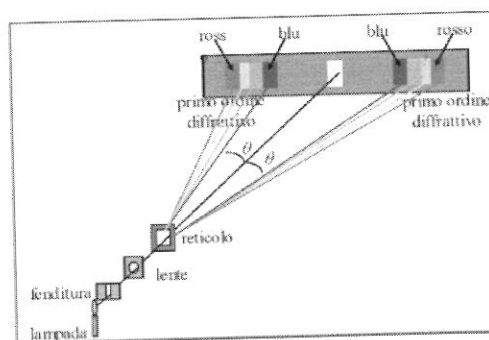


Figura 9

Il "tavolo 6", *Suono analogico e digitale*, è cambiato molto negli ultimi anni ed è ancora in sviluppo: lo scopo è di indagare che cosa c'è alla base della moderna esplosione della tecnologia per riprodurre e diffondere il segnale sonoro, a partire dalle caratteristiche abbastanza note del suono prodotto dalla voce umana o da semplici strumenti musicali.

Nel "tavolo 7", *Raggi cosmici*, si esplorano non solo i "raggi cosmici", cioè la radiazione ionizzante penetrante di alta energia che giunge dallo spazio e che porta informazioni astrofisiche e cosmologiche, ma anche, in generale, la "radioattività ambientale, cioè la radiazione ionizzante presente sulla Terra dovuta sia ai raggi cosmici sia alle sostanze radioattive di diverso tipo presenti nel suolo o nell'atmosfera. Ci sono pertanto due sezioni.

La prima è condotta con una strumentazione piuttosto sofisticata, fornita dalla locale Sezione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, per catturare e formare il segnale prodotto dall'energia depositata in un rivelatore di particelle ionizzanti al passaggio di una di queste particelle (Figura 10), e metterlo in "coincidenza temporale" con il segnale proveniente da un altro rivelatore, in modo da essere sicuri che la stessa particella ha attraversato entrambi i rivelatori (il che è possibile solo se la sua energia è elevata, come avviene appunto per le particelle "cosmiche").

APPARATO SPERIMENTALE ①

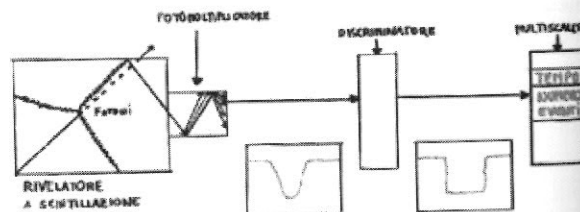


Figura 10

La seconda sezione è invece condotta con semplici contatori Geiger che permettono di rivelare la radiazione ionizzante ambientale.

Il "tavolo 8", *Fisica in cucina*, è centrato sulla fisica (e chimica) nascosta degli attrezzi e procedure che si utilizzano in una normale cucina<sup>4</sup>, che è un tipico esempio di "fisica del

<sup>4</sup> Nell'edizione 2009 le attività furono: *Facciamoci due uova*, *Olio & Company: vinaigrette e maionese*.

quotidiano" (in Figura 11 è mostrato, ad esempio, il complesso funzionamento di una caffettiera moka).



Figura 11

## Conclusioni

Nelle due esperienze non tutti gli aspetti sono positivi, molte cose vanno monitorate e riviste di anno in anno. Il bilancio complessivo è tuttavia soddisfacente, le aspettative principali sono state realizzate. Fra gli aspetti che riteniamo più interessanti in entrambe le iniziative c'è sicuramente lo spirito di gruppo e di esplorazione autonoma che si crea fra gli studenti.

Il coinvolgimento degli insegnanti è invece diverso nelle due iniziative. Nella seconda (lo stage) è una componente essenziale, perché sono gli insegnanti stessi a pianificare e condurre i laboratori e anche gli insegnanti che non possono partecipare di persona per vari motivi allo stage contribuiscono al lavoro non piccolo di preparazione e messa a punto di tutte le proposte di lavoro. Si è costituita cioè, fra gli insegnanti, una vera e propria "comunità di pratiche", alla quale, nell'ultima edizione, abbiamo fornito anche un supporto telematico attraverso la piattaforma DI.FI.MA. in rete [5]: l'accesso alla sezione corrispondente è riservato, attraverso una "chiave", ai soli insegnanti che partecipano allo stage in modo che possano più facilmente scambiarsi i materiali. Una volta messi a punto, i materiali sono poi messi a disposizione senza chiave nella pagina "Fisica" di DI.FI.MA.

Nella prima iniziativa (3 mattine) il coinvolgimento degli insegnanti è invece molto minore, perché si limita essenzialmente alla segnalazione di interesse per i diversi esperimenti da parte degli allievi e di eventuale utilizzo dei materiali in classe, dopo gli incontri in università. Si è cercato in passato di coinvolgere più direttamente gli insegnanti nell'analisi e critica delle attività sperimentali, senza molto successo. La nostra interpretazione è che ciò sia dovuto in parte al fatto che i laboratori di "3 mattine" vengono percepiti come un'iniziativa che riguarda l'università, anche perché si svolge in laboratori universitari con personale universitario. Sono perciò stati attivati nell'ultimo anno, nell'ambito del Progetto Lauree Scientifiche, altri laboratori ("Laboratori nelle scuole", presentati al workshop ma non descritti in dettaglio nel presente articolo per lasciare spazio alle due iniziative "storiche") mirate a coinvolgere direttamente gli insegnanti, sia nella preparazione che nell'attivazione, perché si svolgono direttamente in laboratori scolastici e con il materiale messo a disposizione dalla scuola.

*scomparse "magiche", Microonde, Gira che ti rigira: la centrifuga per insalata, Maizena: i fluidi non newtoniani, Caffè all'italiana: la caffettiera moka, Il rendimento di uno scaldabiberon, Luce e gas: l'accendigas piezoelettrico e le onde elettromagnetiche, La chimica del cibo.*

Questa è la strada che si intende potenziare nel futuro, che verrà sviluppata e documentata utilizzando la piattaforma DI.FI.MA. in modo simile a quello seguito per lo stage.

### Bibliografia

- [1] <http://fisica.campusnet.unito.it/>: sito del corso di studi in fisica dell'Università di Torino; il programma di "3 mattine" si trova nella sezione dedicata all'orientamento.
- [2] <http://www.iapht.unito.it/3mu/>: è la pagina del sito del gruppo di didattica della fisica dell'Università di Torino che raccoglie i materiali di "3 mattine".
- [3] <http://www.iapht.unito.it/stagefisica/>: è la pagina del sito del gruppo di didattica della fisica dell'Università di Torino che raccoglie i materiali dello stage di fisica.
- [4] Allasia, D., Gervino, G., Greco, M., Margherita, D., Marino, C., Menichetti, E. & Rinaudo, G. (1998). An improvement of the LED experiment for the measure of the Planck's constant. *GIREP International Conference*. Duisburg, August 1998, 163-165.
- [5] <http://teachingdm.unito.it/porteaperte/>. DI.FI.MA. è una piattaforma di e-learning della Facoltà di Scienze MFN dell'Università di Torino dedicata alla didattica della Matematica e della Fisica.

### Intro

Obiettivi di Nun  
AINuS  
sviluppi  
progett  
AINuS  
l'ambie  
realizza  
motoric  
2007).  
sia poss  
quadro,  
In parti  
algebraic  
risolver  
valore c  
Che cos

### La cos

Molte r  
dall'arit  
Queste c  
di essi, j  
le funzio  
Se in ari  
che le e  
denotare  
che le e  
(Drouha  
essere us  
di signif  
AINuSet  
equazion