

Corso di Perfezionamento 2007

Laboratorio: Olimpiadi della Fisica

UTILIZZO IN CLASSE DEI PROBLEMI DELLA FASE NAZIONALE

Relazione finale di Giulio Vissani.

1. Introduzione

La terza fase delle Olimpiadi della Fisica, dove si confrontano i migliori studenti selezionati nelle fasi precedenti, è quella nella quale emerge più spiccatamente la finalità di selezione dei concorrenti più dotati in vista dei giochi internazionali. Basta scorrere i testi dei problemi o le tracce delle prove sperimentali per rendersene conto. Non solo. Se andiamo a leggere i resoconti dei risultati pubblicati negli speciali de *La Fisica nella Scuola* unitamente ai testi di tutte le prove ed alle loro soluzioni, scopriamo che i partecipanti stessi, nonostante il livello di preparazione, incontrano non poche difficoltà.

I problemi proposti fanno spesso riferimento a situazioni concrete molto diverse da quelle che di solito si incontrano nei manuali scolastici. La soluzione richiede una certa creatività nell'applicare i concetti appresi e la capacità di collegare tra loro argomenti appartenenti ad ambiti diversi. Nelle prove di laboratorio il distacco dalla pratica scolastica è ancora più marcato. Non c'è una scheda da seguire, occorre inventare da zero il procedimento per le misure.

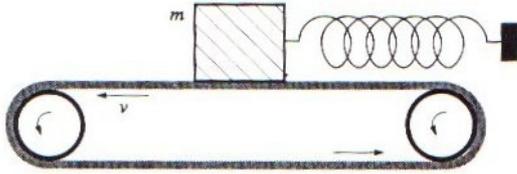
Verrebbe allora da pensare che un utilizzo didattico di questi materiali in una classe di medie capacità sia del tutto improponibile. L'esame diretto dei testi che ho effettuato per il laboratorio del corso di perfezionamento mi ha portato a concludere che in effetti non si tratta di problemi o esperienze direttamente presentabili agli studenti. Tuttavia credo che dal loro studio noi insegnanti possiamo ricavare molti spunti per la progettazione di lezioni ed attività di laboratorio adeguate. Nella relazione che segue riassumo le riflessioni che ne ho tratto personalmente.

2. Difficoltà nello stabilire un legame descrizione modello

Probabilmente fa parte dell'esperienza di tutti il constatare che spesso che uno dei più grossi ostacoli che i nostri studenti incontrano nella risoluzione dei problemi di fisica è quello della scelta del modello matematico da utilizzare. Leggono nel testo la descrizione qualitativa di un certo fenomeno e non sono capaci di collegarla ad uno dei modelli teorici che abbiamo loro presentati nel corso delle lezioni. C'è una domanda che tutti ci siamo sentiti fare: “ma quale formula devo usare?”

Se scorriamo i problemi proposti alle olimpiadi scopriamo che diversi di essi sono strutturati proprio come un percorso guidato che inizia dall'osservazione di un fenomeno per arrivare alla costruzione di un modello quantitativo. Un esempio che mi sembra particolarmente significativo in questo senso è il seguente.

Vibrazioni della corda di un violino (OliFis 1994)



H. Helmholtz [...] scrisse che “durante gran parte di ogni vibrazione la corda viene trascinata dall’arco. Poi, improvvisamente, essa si stacca e rimbalza, quindi viene ricatturata da altre parti dell’arco e di nuovo trascinata.”

[...] sostituiremo la corda con una massa attaccata ad una molla, immaginando che la massa sia sollecitata per attrito da un “archetto” costituito da un nastro scorrevole; affideremo al peso della massa il compito di simulare la pressione dell’archetto sulla corda esercitata dal violinista. La situazione ottenuta è rappresentata in figura. [...]

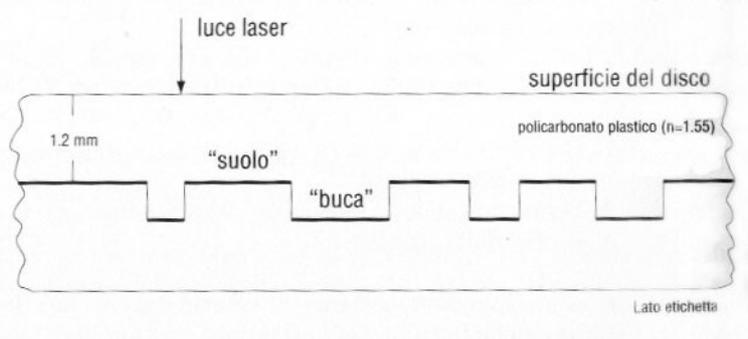
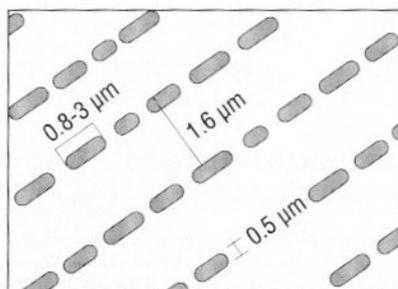
Nel testo del problema si parte dalla citazione di una breve descrizione del fenomeno fatta da un famoso fisico. Poi si introduce un modello drasticamente semplificato e su di esso vengono formulate una serie di domande concernenti il moto del blocco (ovvero alle vibrazioni della corda) in diverse condizioni.

Oltre all’aspetto relativo alla modellizzazione c’è un altro spunto che si può cogliere. Problemi come questo non sono particolarmente originali. Masse attaccate ad una molla che oscillano su superfici ruvide probabilmente si trovano in tutti i libri di testo. Tuttavia il collegamento del modello ad una situazione concreta contribuisce a motivare maggiormente chi si trova ad affrontarne la soluzione.

Un altro problema che ho trovato interessante, questa volta scelto tra quelli orientati alla costruzione di un modello per la comprensione del funzionamento di dispositivi tecnologici.

Compact Disk (OliFis 1993)

In un Compact Disk (CD) l’informazione acustica è codificata in forma digitale ed è immagazzinata in una sequenza di “buche” [...]. La figura 3.1 [parte a sinistra della fig. seguente, N.d.R.] mostra un ingrandimento di una porzione di superficie del CD con riportate le dimensioni tipiche del campione di “buche”; mentre la fig. 3.2 [parte a destra N.d.R.] mostra in sezione una sequenza di “buche” nel CD. [...]



Dopo una breve introduzione sul modo in cui vengono codificate le informazioni binarie sulla superficie di un CD si passa alle domande sulle caratteristiche ottiche e sulla risoluzione del CD usato come reticolo. Notare come in questo caso, in cui si vuole descrivere in dettaglio il comportamento reale del dispositivo, il modello sia ricco di particolari. Anche gli effetti ottici

dovuti allo strato protettivo di policarbonato, assenti negli esercizi dei testi scolastici, devono essere presi in esame. Una situazione ben diversa dal caso precedente nel quale ci si proponeva un modello semiquantitativo in grado di render conto delle vibrazioni del violino.

Problemi di questo tipo potrebbero essere validamente utilizzati in classe per almeno due diversi tipi di attività. Da un lato forniscono spunti per una discussione in classe sul procedimento che porta dalla descrizione fenomenologica al modello matematico. Dall'altro, per il fatto che coinvolgono diversi aspetti della fisica, potrebbero fungere da riepilogo al termine di una unità didattica o essere utilizzati in fase di consolidamento.

3. Campo di validità di un modello

Un altro motivo di difficoltà che si riscontra tra gli studenti è quello relativo alla consapevolezza del campo di validità di un certo modello teorico. Ad esempio applicano la conservazione dell'energia in presenza di forze non conservative, le leggi orarie del moto uniformemente accelerato con forze non costanti, le piccole oscillazioni per qualunque angolo.

Nei testi delle Olimpiadi troviamo spesso sottolineature a questo riguardo con richieste esplicite di giustificare la validità del proprio operato.

Nel problema del violino, ad esempio, si chiede di specificare in quali condizioni si avranno oscillazioni armoniche. Anche l'esempio che segue stimola considerazioni interessanti presentando una situazione opposta a quelle solitamente proposte nei problemi. Si chiede infatti di indagare sulla possibilità che la presenza di attrito sia la causa di un *aumento* della velocità di un satellite.

Forza di frenamento su un satellite in orbita (OliFis 1999)

Un satellite artificiale si muove su un'orbita circolare alla velocità v . [...]

In presenza di una forza di frenamento F opposta al moto (per esempio dovuta all'alta atmosfera), l'orbita non è più circolare, ma il moto può essere descritto approssimativamente ancora in termini di un'orbita circolare il cui raggio diminuisce lentamente.

[...] mostrare in termini di forze e facendo le dovute approssimazioni geometriche, come è possibile che la presenza di una forza di attrito abbia come conseguenza l'aumento della velocità.

4. Le soluzioni come ulteriore risorsa per l'insegnante

Abbiamo già sottolineato la difficoltà dei problemi proposti. Fortunatamente le pubblicazioni sono tutte correlate da dettagliate soluzioni che si rivelano una preziosa risorsa e non solo perché, a volte, un piccolo suggerimento può far comodo anche agli insegnanti. L'aspetto davvero interessante è offerto dalla possibilità di confrontare la nostra soluzione con quella di altri colleghi ricavandone indubbiamente un arricchimento culturale.

Anche le griglie di valutazione messe a disposizione stimolano utili riflessioni sui criteri da adottare nella correzione dei problemi di fisica.

Personalmente ho trovato interessanti anche i commenti sui problemi e sul loro svolgimento che una volta accompagnavano le pubblicazioni a stampa a cura dell'AIF e che, purtroppo, ultimamente sono scomparse. Forse l'aggiunta di altro materiale, ad esempio quello relativo alle gare juniores, ha imposto dei limiti alla mole dei fascicoli.

5. Caratteristiche delle prove pratiche

Anche le prove di laboratorio vengono presentate come problemi: si deve comprendere la struttura interna di un sistema senza poter accedere direttamente ad esso (scatola nera). Un approccio abbastanza diverso da quello tradizionalmente usato a scuola, orientato principalmente alla verifica guidata di leggi o alla misura di grandezze fisiche.

Il concorrente, sulla base delle informazioni fornite dalla traccia, deve formulare autonomamente delle ipotesi sulla struttura interna alla "scatola nera", verificarle eseguendo le misure da lui progettate ed elaborando i dati ottenuti. Alcuni esempi.

Esempio 1 (OliFis 1992)

Misurare la densità di un cilindro omogeneo inserito all'estremità di un cilindro cavo di dimensioni e massa note.

Strumentazione: 1 molla, 2 masse tarate, filo, scotch, sostegno, riga e carta millimetrata.

Nelle indicazioni che accompagnano la prova si chiede di escogitare un procedimento per ricavare le dimensioni e la massa del cilindro nascosto all'interno dell'altro. A tal fine occorre, tra l'altro, fare considerazioni sulle proprietà del centro di massa, un argomento spesso visto dagli studenti in modo astratto.

Esempio 2 (OliFis 1994)

Individuare la configurazione di n ($2 \leq n \leq 4$) molle in serie/parallelo chiuse in una scatola.

Strumentazione: 1 molla identica a quelle nella scatola, bulloni di massa nota, riga e carta millimetrata.

Per arrivare alla soluzione occorre prima formulare dei modelli sulle possibili configurazioni di resistenze e poi capire quali misure effettuabili dall'esterno permettano di discriminare tra i diversi casi.

Esempio 3 (OliFis 2000)

Scatola da biscotti contenente al suo interno un numero pari dadi da bullone suddivisi in due gruppi uguali e fissati alla parete cilindrica. Individuare numero e posizione dei bulloni.

Strumentazione: 6 dadi identici a quelli nella scatola, squadra, righello, matita, filo e spago, fogli, nastro adesivo, tavoletta coperta di carta vetrata, goniometro, pezzo di legno, forbici, livella.

Ancora la proposta di una "scatola nera" della quale bisogna scoprire il contenuto. Da sottolineare che il concorrente è chiamato anche a costruire una parte della strumentazione, la bilancia, e deve fornire più soluzioni

Vale la pena di osservare che le esperienze sono generalmente riproducibili con facilità nei laboratori scolastici. È infatti un proponento esplicito dei responsabili delle Olimpiadi quello di ideare prove di laboratorio che siano di semplice fattura, basso costo e facile trasportabilità. Questo riguarda non solo gli oggetti della misura, ma anche la strumentazione.

6. Conclusioni

Discutere in classe sia la formulazione del testo che la risoluzione di problemi di una certa complessità come quelli della fase nazionale delle Olimpiadi della Fisica può avere diverse ricadute positive, tra le quali:

- Mostrare come i modelli semplificati proposti nello sviluppo della teoria in fisica si possano applicare alla descrizione delle situazioni concrete e complesse della realtà.
- Spingere ad una riflessione sull'ambito di validità delle relazioni tra grandezze fisiche e sulle approssimazioni introdotte.
- Stimolare la creazione di collegamenti tra diversi ambiti della fisica promuovendo una comprensione più profonda dei concetti.

7. Bibliografia

– G. Cavaggioni et al., *Le olimpiadi della Fisica*, Zanichelli 1995

– *La Fisica nella Scuola*, Speciale olimpiadi

XXV, n.3; XXVII, n. 2; XXXVIII, n.3; XXX, n.4; XXXVI, n.4; XXXVIII, n.4

– Sito web delle Olimpiadi