

Corso di perfezionamento: Strategie didattiche per promuovere un atteggiamento positivo verso la matematica e la fisica (a.a. 2006/07)

Laboratorio: Utilizzo didattico delle Olimpiadi di Fisica
(tutors: P. Nesti, U. Penco) (F. Giovannetti, L. Gnesi, F. Menozzi, G. Vissani)

All'interno del corso di perfezionamento "Strategie didattiche per promuovere un atteggiamento positivo verso la matematica e la fisica" uno degli incontri è stato dedicato alle Olimpiadi di Matematica e a quelle di Fisica.

Sebbene lo scopo di queste gare sia quello di selezionare una squadra italiana per le competizioni internazionali ed esse siano dunque mirate principalmente a far emergere i ragazzi bravi, tuttavia il loro carattere di gara e le diversità rispetto alle prove scolastiche standard si prestano a suscitare interesse e coinvolgimento più generale. Per questo motivo sarebbe auspicabile che la partecipazione alla prima fase fosse la più ampia possibile nelle scuole che aderiscono e non fondata su una pre-selezione di merito.

Il gruppo costituito da F. Giovannetti, L. Gnesi, F. Menozzi, G. Vissani si è occupato dell'utilizzo didattico delle olimpiadi. Della fisica, in particolare, in quanto il tipo di prove proposte in queste ultime appare più vicino ai programmi reali di quanto non siano quelle di matematica, e anche perché i componenti del gruppo sono membri dell'AIF, cioè dell'Associazione che si occupa delle Olimpiadi di Fisica in Italia per tutti i livelli di selezione, su mandato del Ministero.

Utilizzo didattico delle Olimpiadi può significare molte cose, non necessariamente una semplice riproposizione delle prove olimpioniche alle classi intere.

Sono stati individuati quattro temi, ciascuno affidato a un componente del gruppo:

- prove sperimentali juniores (F. Menozzi)
- analisi di errori ricorrenti nelle prove di I livello (L. Gnesi)
- problemi che affrontano situazioni realistiche nelle prove di II livello (F. Giovannetti)
- problemi che affrontano situazioni realistiche nelle prove nazionali (G. Vissani)

I testi delle prove di ogni livello e le soluzioni sono reperibili sul sito web delle Olimpiadi

- <http://www.cadnet.marche.it/olifis>

La rivista dell'AIF *La Fisica nella Scuola* pubblica testi e soluzioni delle gare raccolti per annate (dal 1990 al 2001) in numeri speciali, intitolati

- *Speciale Olimpiadi*.

Questi numeri speciali, così come quelli ordinari della rivista, vengono spediti a tutti i soci e alle scuole che partecipano alle Olimpiadi.

Esiste infine una selezione di quesiti e problemi tratti da gare di tutti i livelli, comprese le Olimpiadi Internazionali; di tutti questi vengono dati i testi, alcuni suggerimenti e infine la soluzione completa:

- AA. VV., *Le olimpiadi della Fisica*, Zanichelli 1995

**Laboratorio I:
(F. Menozzi)**

**Utilizzo didattico delle Olimpiadi di Fisica
Giochi di Anacleto: prove sperimentali**

Dal 1993 le olimpiadi di fisica prevedono anche una versione juniores, successivamente denominata "I Giochi di Anacleto", che si svolge a livello di istituto e non prosegue con ulteriori selezioni; a partire dal 1997, la gara è costituita da una prova teorica, a quiz, e da una prova sperimentale. Per le due prove sono previste giornate diverse tra la fine di aprile e l'inizio di maggio, a distanza di una settimana circa l'una dall'altra, e comunque le date ufficiali sono solo indicative dal momento che la gara si esaurisce a livello di istituto.

Le gare juniores sono rivolte alle classi di biennio, per scuole nelle quali l'insegnamento della fisica preveda un proseguimento negli anni successivi, ma anche a studenti più grandi di scuole in cui la fisica è materia marginale, presente solo in misura molto ridotta nel curriculum.

Nella mia scuola (Liceo scientifico "U. Dini", PNI con 3x5 ore di fisica), che da anni è iscritta alle Olifis e che tradizionalmente vi partecipa con le classi quarte e quinte, la gara juniores viene utilizzata a discrezione degli insegnanti del biennio.

Ad esempio, nell'a.s. 2003/04 le prove a quiz sono state impiegate alla fine dell'anno scolastico come prova di uscita delle classi seconde, con una selezione di quesiti sugli argomenti trattati nel biennio.

La prova sperimentale si caratterizza per l'utilizzo di materiale povero, facilmente reperibile, e pertanto si presta ad un impiego didattico anche al di là della gara vera e propria.

Le prove assegnate finora sono le seguenti:

Densità della plastilina misurata con l'utilizzo di una bilancia di cartone

- 1997 Orologio a pendolo
- 1998 Caduta di pirottini
- 1999 "Un insolito natante"
- 2000 "La densità del vetro"
- 2001 "Oltre lo specchio"
- 2002 "La bottiglia zampillante"
- 2003 "Potrebbe una banda elastica essere un buon dinamometro"
- 2004 "Un paracadute invisibile"**
- 2005 "Quanto è denso l'olio d'oliva?"**

Il materiale inviato per le prove sperimentali contiene varie parti:

- un testo vero e proprio, rivolto agli studenti, con le indicazioni del procedimento e delle misure richieste. Molto spesso questa sezione riporta anche l'enunciato di una legge fisica di cui è necessario avvalersi per arrivare alle conclusioni.
- Istruzioni per l'allestimento della prova (riservato agli insegnanti)
- Griglia di valutazione (riservato agli insegnanti)
- Soluzione della prova, cioè un esempio di misure e di elaborazione (riservato agli insegnanti)

La prova ha la durata di 120 minuti e comprende il montaggio del materiale, l'esecuzione delle misure, la loro elaborazione e la stesura di una relazione.

Il gruppo nazionale addetto alle gare juniores richiede attualmente: il numero di studenti che hanno preso parte alla prova, ripartito per classi (sono previste tutte le classi, dalla prima alla quinta), il numero di studenti che hanno realizzato un punteggio superiore a 65/100, quello degli studenti con punteggio inferiore a 35/100, ed eventuali commenti sulla prova.

Delle dieci prove proposte finora, l'unica che ho effettuato secondo le modalità previste è stata quella del 1999, mentre altre (1997, 2005, 2006) sono state svolte in forma modificata rispetto alle indicazioni suggerite, con particolare attenzione ad un loro utilizzo didattico. Vorrei dunque concentrarmi su questo aspetto e sulle modifiche apportate alla versione originale.

Tre prove sperimentali si riferiscono a misure di densità: 1997 (densità del pongo), 2001 (densità del vetro), 2006 (densità dell'olio).

Io ho effettuato quelle degli anni 1997 e 2006, in forma diversa.

Densità del pongo (Anacleto 1997, testo originale)

La prova del 1997 è stata da me utilizzata a distanza di qualche anno (dicembre 2003) in una classe seconda, come prova oggetto di valutazione orale al termine del tema relativo a spinta di Archimede e pressione idrostatica.

E' stata articolata in due parti, della durata di 55 minuti l'una: la prima di raccolta dati, effettuata a gruppi di due persone; la seconda di elaborazione, effettuata individualmente sulla base di una traccia con le richieste, consegnata solo al termine della prima parte.

Osservazioni

Il materiale è stato fornito ai gruppi già assemblato, cioè le bilancine di cartone erano già state predisposte, per timore che il tempo non fosse sufficiente a concludere le misure; la richiesta della doppia misura da parte dei componenti del gruppo, con l'indicazione data a voce che la seconda misura avvenisse all'insaputa della prima, serviva a fornire un'indicazione di incertezza.

Nella sezione di elaborazione, l'impiego del principio di Archimede per la determinazione del risultato è stato richiesto, visto che l'argomento era stato trattato in classe di recente.

Come si vede dall'attribuzione dei punteggi, è stato dato un peso consistente alla parte pratica (4 punti su un totale di 10) e alla rappresentazione grafica della curva di taratura, il che ha favorito complessivamente un buon esito della prova, di tipo non abituale per i ragazzi. Pochi, invece, hanno concluso il lavoro con l'ultima parte, che conteneva ovviamente il nocciolo della questione. In sede di correzione del lavoro in classe, per mettere all'opera anche un paio di studenti assenti il giorno della prova, ho portato in classe un bicchiere di alcool e un altro contenente un liquido non dichiarato (glicerina) per fare prove di densità relativa sempre con il pongo, confrontando le spinte rispetto a quella in acqua. Penso che questa appendice potrebbe essere introdotta nella prova.

Scopo dell'esperienza: determinazione della densità del pongo relativa all'acqua.

Materiale a disposizione

- una bilancina, costituita da due strisce di cartoncino montate a squadra, con una scala millimetrata incollata su una di esse (striscia A)
- 1 fermaglio grande
- 15 fermagli piccoli uguali
- 1 gancio a S, fatto con un fermaglio grande
- una pallina di pongo attaccata ad un filo
- un bicchiere di plastica contenente acqua
- un foglio di carta millimetrata
- una scheda con la descrizione dell'attività
- un foglio di raccolta ed elaborazione dati

Procedimento

- Infila la striscia A nel fermaglio grande e, sorreggendolo con la mano, sposta la striscia A finché riesci a far stare il dispositivo in equilibrio, con la striscia A **mantenuta in posizione orizzontale**. Annota il valore Y_0 che leggi sulla scala millimetrata in corrispondenza del fermaglio, all'equilibrio. Ripeti la misura due volte e annota entrambi i valori.
- All'estremità della striscia A vi è un foro con un gancio a forma di uncino: infila un fermaglio nel gancio e trova di nuovo la posizione di equilibrio. Leggi sulla scala millimetrata la posizione Y_1 del fermaglio grande all'equilibrio e prendine nota. Ripeti la misura due volte e annota entrambi i valori di Y_1 .
- Prosegui l'operazione aggiungendo un fermaglio per volta al gancio infilato nel forellino. Ripeti sempre la misura due volte; annota entrambi i valori Y_n della posizione del fermaglio grande sulla scala millimetrata all'equilibrio.
- Arrivato a 15, togliti tutti i fermagli e appendi al gancio il pezzetto di pongo mediante il filo, trova la posizione del fermaglio quando il sistema è in equilibrio e annota il valore Y_p letto sulla scala (ripeti la prova due volte). Senza togliere il pongo dal gancio, immergilo completamente nell'acqua del bicchiere e annota il valore Y_a letto sulla scala all'equilibrio (ripeti la prova due volte).

n (numero di fermagli)	Y ($\dots \pm 0.1$)cm I misura	Y ($\dots \pm 0.1$)cm II misura
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Pongo		
Pongo in acqua		

Elaborazione

- a) Compila la seguente tabella con i dati precedentemente acquisiti (4)

n (numero di fermagli)	Y ($\dots \pm 0.1$)cm I misura	Y ($\dots \pm 0.1$)cm II misura
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
Pongo		
Pongo in acqua		

- b) Sul foglio di carta millimetrata rappresenta un sistema di assi cartesiani: in ascissa riporta il numero n di fermagli e in ordinata il trattino verticale avente per estremi i due valori di Y_n ottenuti. Traccia una curva regolare che approssimi al meglio i punti rappresentati. (2.5)

Dal grafico, determina il numero n_p di fermagli che corrispondono a Y_p $n_p =$

e il numero n_a di fermagli che corrispondono a Y_a $n_a =$

(non si tratta necessariamente di numeri interi). Evidenzia questi valori sugli assi e annotali (1)

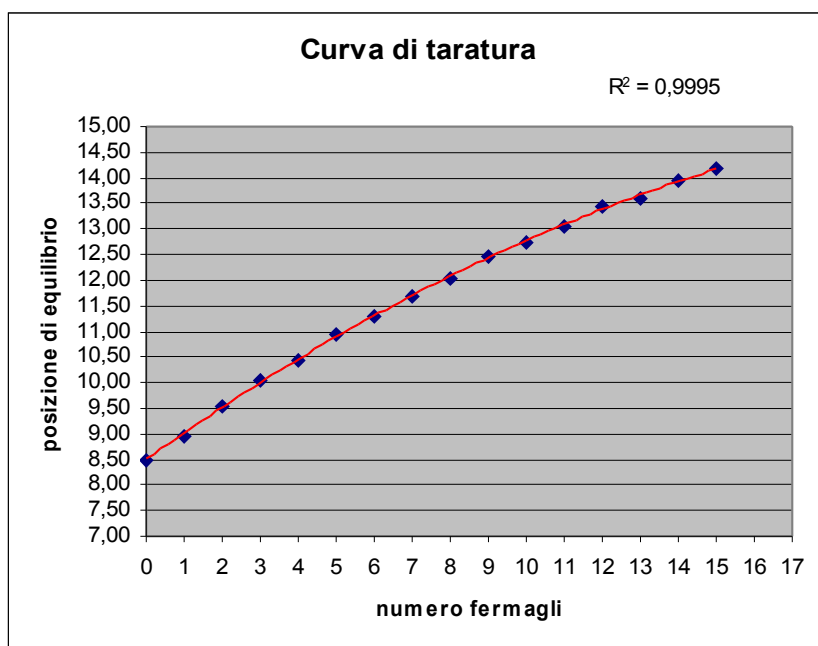
- c) Spiega come si possono utilizzare i valori precedentemente determinati per valutare la densità del pongo relativa all'acqua, cioè il rapporto d_p/d_a . Esegui il calcolo. (2.5)

Prima di somministrare la prova, oltre a preparare i kit di lavoro, ho eseguito l'esperimento personalmente sia per verificare i risultati forniti come esempio, sia, soprattutto, per rendermi conto di possibili inconvenienti nell'esecuzione e per controllare i tempi.
Non avendo conservato i dati degli studenti, riporto i miei:

numero fermagli	Y (...± 0.1) cm	Y (...± 0.1) cm	Y _{medio} (...± 0.1) cm
0	8,5	8,5	8,50
1	8,9	9,0	8,95
2	9,4	9,7	9,55
3	10,0	10,1	10,05
4	10,4	10,5	10,45
5	10,9	11,0	10,95
6	11,3	11,3	11,30
7	11,7	11,7	11,70
8	12,0	12,1	12,05
9	12,4	12,5	12,45
10	12,7	12,8	12,75
11	13,0	13,1	13,05
12	13,4	13,5	13,45
13	13,6	13,6	13,60
14	13,9	14,0	13,95
15	14,2	14,2	14,20
pongo	13,0	13,0	13,00
pongo in acqua	10,5	10,6	10,55
pongo in alcool	11,2	11,2	11,20
pongo in liquido X	10,0	10,2	10,10

Secondo tali misure,
la densità relativa
dell'alcool
risulta 0.8 e quella del
liquido X 1.2.

Le tabelle di densità riportano 0.8
per l'alcool e 1.25 per la glicerina



Quanto è denso l'olio d'oliva (Anacleto 2006, testo originale)

In questo caso, la prova sperimentale è stata utilizzata per organizzare una gara a squadre fra le classi seconde dell'Istituto, effettuata in data 1 giugno 2006.

Alla gara hanno partecipato 9 classi (su 11) e ogni classe era rappresentata da una squadra di tre componenti, scelti dall'insegnante di ogni classe all'interno di una rosa di volontari.

E' stata istituita una Commissione giudicatrice, costituita da due insegnanti della scuola (F. Menozzi e G. Renzoni) e da un Presidente esterno (U. Penco), che ha valutato le 9 relazioni secondo la griglia ricevuta con il testo, e che ha poi allestito una cerimonia di premiazione con la Preside in uno degli ultimi giorni di scuola, con premi di consolazione per tutte le squadre partecipanti e un premio di tre libri per la squadra vincitrice.

Il testo della prova è stato proposto nella sua versione originale, nonostante alcune riserve sulla sua formulazione, in particolare sulla chiarezza del testo, ma il materiale, preparato dal tecnico della scuola, è stato fornito già montato.

Le squadre hanno avuto 120 minuti di tempo per il lavoro, ma sono state convocate con una mezz'ora di anticipo, durante la quale è stato mostrato un esemplare del materiale disponibile e letto per intero il testo della prova.

L'esperienza è stata molto positiva: tutte le squadre hanno lavorato molto seriamente, nonostante la prova sia stata svolta nell'ultima settimana dell'anno scolastico e fosse stato chiaramente detto che la prova non avrebbe avuto valore fiscale; in sede di premiazione finale alcuni ragazzi sembravano entusiasti dell'esperienza e già proiettati, con la fantasia, verso una brillante carriera di fisico.

Di questa prova è stata successivamente predisposta anche una versione modificata ad uso interno, con l'intenzione di inserire l'esperimento nel repertorio di quelli curricolari, non ancora utilizzata.

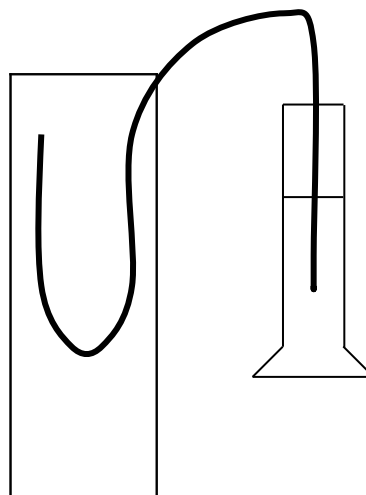
Riporto la bozza della scheda

Misura della densità dell'olio

Materiali a disposizione

- recipiente con acqua;
- supporto verticale;
- tubicino trasparente con olio fissato al supporto;
- bacchetta di vetro fissata al tubicino;
- striscia di carta millimetrata fissata al supporto;
- righello millimetrato fissato al recipiente dell'acqua;
- galleggiante.

Hai a disposizione un recipiente trasparente contenente acqua e un tubicino di plastica piegato a "U", fissato a un supporto verticale; l'estremo più lungo del tubicino è lasciato libero ed è fissato ad una bacchetta rigida. All'interno del tubo a U è stato versato un po' di olio.



- Come si presenta la superficie libera dell'olio nei due rami del tubo a U ?

Sul supporto verticale è fissata una striscia di carta millimetrata, sul recipiente dell'acqua è fissato un righello di carta millimetrato.

Inserisci un pezzettino di polistirolo nell'imboccatura dell'estremo libero del tubicino e immergi questa nell'acqua: il piccolo galleggiante evidenzia il livello dell'acqua nel tubicino.

.....
.....
.....

- Come si presenta ora la superficie libera dell'olio nei due rami del tubo a U?

.....
.....
.....

Procedimento

A questo punto devi prendere una serie di misure (ALMENO 5) per mettere in relazione il dislivello dell'olio nei due rami del tubo (Δh_{olio}) con il dislivello dell'acqua (Δh_{acqua}), cioè la differenza fra il livello dell'acqua nel recipiente e il livello dell'acqua all'interno del tubicino, segnalato dal galleggiante.

Immergendo progressivamente il tubicino nell'acqua, devi leggere Δh_{acqua} utilizzando il righello millimetrato e il corrispondente Δh_{olio} utilizzando la carta millimetrata.

Δh_{olio} (...± ...) cm	Δh_{acqua} (...± ...) cm	

- Questa serie di misure permette di valutare la densità relativa dell'olio rispetto all'acqua. Spiega come e determina il valore con la sua incertezza.

Un paracadute invisibile (Anacleto 2005, testo originale)

Si tratta di una prova di caduta di un magnete in un tubo metallico, in cui si realizza un moto uniforme dopo una brevissima fase transitoria accelerata. La prima parte ha come obiettivo la determinazione della velocità di regime; la seconda parte, invece, studia la dipendenza di tale velocità dalla massa.

La prova è stata da me utilizzata in una classe terza e valutata per l'orale.

È stato assegnato un tempo di 110 minuti (2 unità orarie), di cui 55 per la raccolta dati, avvenuta in gruppo, e 55 per l'elaborazione individuale per la quale è stata predisposta una scheda con le richieste, consegnata solo al termine della prima parte.

Le misure dei tempi di caduta sono state effettuate nel modo seguente: sono stati distribuiti 10 cronometri a dieci ragazzi della classe e per ogni caduta del magnete sono stati registrati su foglio elettronico i 10 tempi rilevati, mentre uno dei ragazzi era impegnato nelle operazioni di rilascio e recupero del magnete.

Gli altri ragazzi erano addetti alla registrazione dei tempi di caduta e al calcolo del valore medio.

Le misure sono state prese a partire dall'altezza maggiore di caduta, in modo che i cronometristi prendessero confidenza con l'uso dello strumento con i tempi più lunghi. Due misure di riserva sono state previste per rimpiazzare quelle di cronometri che si fossero inceppati nell'operazione di misura.

Ogni ragazzo ha avuto a disposizione, all'inizio della fase di elaborazione individuale, i dati registrati e la media delle 10 misure.

In questo caso, il tempo previsto per la raccolta dei dati è risultato, se pur di poco, insufficiente e la seconda parte individuale della prova è iniziata un po' in ritardo. Per ovviare a questo inconveniente, penso che si potrebbe ridurre il numero di misure, prendendole ogni 25 cm a partire sempre da 200 cm di altezza.

Tempo: 1 h

Punteggio

Voto

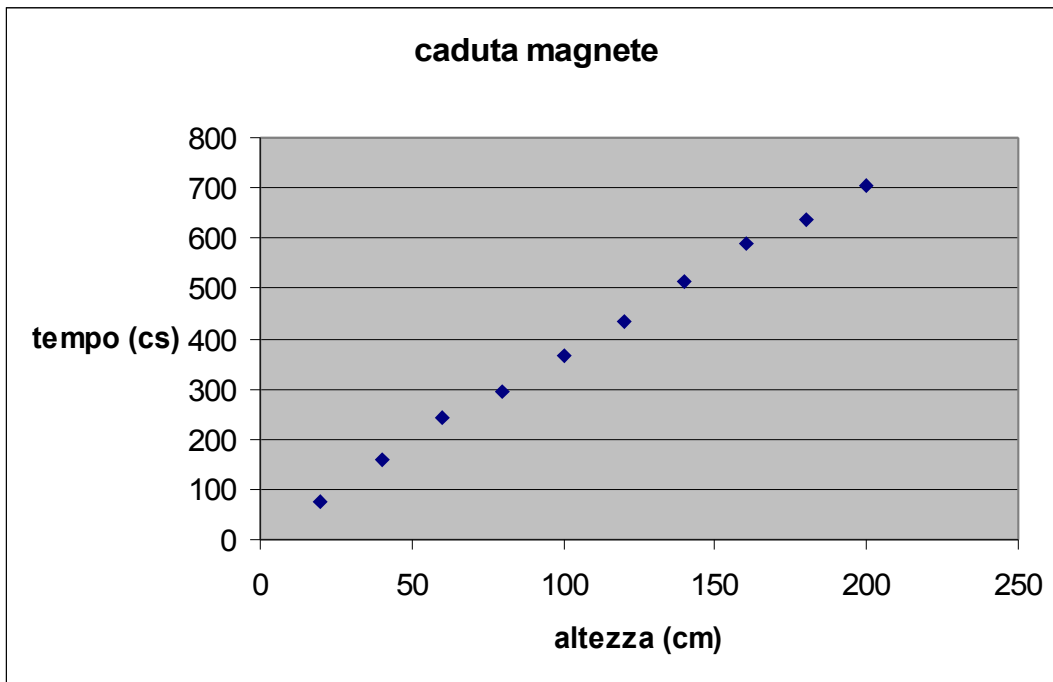
Nella seconda colonna della tabella riporta i dati del tempo medio di caduta dalle varie altezze.
 Nelle colonne terza, quarta e quinta della tabella, riporta i dati del tempo medio di caduta dall'altezza di 180 cm nel caso di una unità di massa (quella del magnetino), di due (magnetino con il primo cilindretto), tre o quattro.

H (cm)	T _{medio} (10 ⁻² s)	T _{medio} (10 ⁻² s)	T _{medio} (10 ⁻² s)	T _{medio} (10 ⁻² s)
	1 massa	2 masse	3 masse	4 masse
200				
180				
160				
140				
120				
100				
80				
60				
40				
20				

Analisi dei dati

- In base alle modalità di esecuzione dell'esperimento e alle misure ottenute, attribuisce un'incertezza ai tempi di caduta, spiegando il motivo della tua scelta. (2)
- Riporta su un grafico spazio (in ascisse) – tempo (in ordinate) le tue misure. In base al grafico, valuta il tipo di moto del magnetino all'interno del tubo e costruisci una legge oraria che ti permetta di stimare il tempo di caduta del magnetino nel tubo da un'altezza di 10 metri.(4)
- Calcola quanto tempo impiegherebbe un oggetto in caduta libera a cadere dall'altezza di 2 metri. E da 1 metro? (1)
- Il magnetino all'interno del tubo risulta evidentemente frenato rispetto alla caduta libera. Enuncia il I principio della dinamica. In base ad esso e ai dati sperimentali, stima l'intensità della forza frenante. Ritieni che tale forza sia costante in tutto il tratto di caduta? Perché? (1.5)
- In base alle tue misure, puoi dire che la velocità di caduta dipende dalla massa? Proponi una relazione tra massa e velocità media nella caduta da 180 cm di altezza (Il parte) (1.5)

h (cm)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		Tmedio (cs)	sigma
200	706	697	715	711	716	704	703	706	702	695		706	7
180	634	641	638	631	635	634	630	644	634	624		635	5
160	569	590	590	593	603	588	586	597	570	592		588	10
140	516	510	512	517	510	511	506	513	517	510		512	3
120	437	431	444	429	432	439	417	447	433	445		435	9
100	381	366	375	360	365	358	354	378	366	373		368	8
80	309	291	291	286	297	287	280	300	289	300		293	8
60	256	256	231	230	259	240	237	236	240	240		243	10
40	159	153	172	163	169	147	143	175	166	157		160	10
20	75	75	91	68	72	74	68	81	77	71		75	6



Conclusioni

Nella mia pratica didattica, dunque, le prove sperimentali dei Giochi di Anacleto sono state utilizzate in modi diversi: come prove di verifica, in forma di gara a squadre e, in previsione, in forma curricolare dell'attività di laboratorio.

L'utilizzo come prova di verifica è avvenuto sempre con una prima parte di raccolta dati a gruppi e una seconda di elaborazione individuale.

Come prova di verifica si tratta evidentemente di una prova di tipo non abituale, a mio parere ragionevole in una scuola in cui l'attività di laboratorio è pratica non occasionale, ma non sono mai riuscita ad organizzare prove di verifica in cui anche la parte strettamente sperimentale fosse individuale; anzi, in questo senso trovo che le proposte dei Giochi di Anacleto siano difficilmente realizzabili. Questo fatto comporta che, pur essendo prove non standard, difficilmente possono emergere da queste le abilità pratiche di quegli studenti che, poco portati per gli aspetti più teorici, sono invece attratti e anche predisposti per le attività manuali e magari potrebbero evidenziare capacità di progettazione e di realizzazione di un esperimento.

Un'altra carenza sta nel fatto che, essendo l'elaborazione successiva alla raccolta dati, non è possibile riprendere misure dopo aver fatto qualche conto, nel caso emerga qualche anomalia.

Diciamo che una prova di verifica come quelle da me effettuate risulta piuttosto un'alternativa alle relazioni di laboratorio, in generale molto faticose da correggere a causa delle parti più discorsive, e concentrano l'attenzione sull'analisi dei dati raccolti, che spesso risulta molto diluita nel complesso della relazione.

Nelle occasioni in cui le ho svolte, queste prove sono state accolte con un po' di apprensione per la novità, ma poi affrontate in modo positivo, soprattutto nella prima parte degli esperimenti di gruppo; nel caso della densità del pongo, ho potuto notare una certa soddisfazione nella determinazione del risultato e poi anche nella determinazione corretta della densità dell'alcool e della glicerina.

Ovviamente la prova sulla densità dell'olio, effettuata in forma di gara a squadre, ha riscosso maggiore successo ed entusiasmo, in assenza di valutazione, ma non bisogna dimenticare che gli studenti coinvolti erano volontari e generalmente si trattava di ragazzi senza particolari difficoltà verso la materia.

Per inciso, è il caso di dire che il tempo impiegato dall'insegnante per allestire una prova del genere, predisponendo il materiale già montato per i gruppi, è enormemente superiore a quello richiesto per la preparazione di un compito in classe di tipo più tradizionale; d'altra parte, inserire anche il montaggio del materiale nella prova, a mio avviso, non permetterebbe di rimanere nel tempo di due ore scolastiche, e già questo in genere non è un tempo normalmente disponibile nelle classi di biennio, in cui le tre ore settimanali in orario sono quasi sempre separate.