

S.I.S. Piemonte – Anno accademico 2008/2009

## CORSO DI PEDAGOGIA SPERIMENTALE

**ANALISI DI UNA PROVA DI FISICA**  
**Luca Finazzi\*, Emilio Prato\*\***

---

\* finazzi\_luca@yahoo.it

\*\* emilioprato@gmail.com

## Indice generale

1	Destinatari della prova.....	2
2	Contenuti e prerequisiti.....	2
3	Obiettivi generali.....	3
4	Obiettivi di apprendimento e descrittori di raggiungimento.....	4
5	Tipologia e struttura della prova.....	6
5.1	Accorgimenti per la somministrazione.....	6
6	Prova di verifica e correttore.....	7
6.1	Prova di verifica.....	7
6.2	Correttore.....	9
7	Criteri di scoring.....	16
8	Griglia e criteri di valutazione.....	16
9	Resoconto somministrazione, risultati della prova e relativa analisi.....	19
9.1	Resoconto della somministrazione.....	19
9.2	I risultati della prova.....	19
9.3	Frequenze, Percentuali, Indici di tendenza e di posizione.....	21
10	Parametri descrittivi relativi agli item.....	23
10.1	Indici di tendenza relativi agli item.....	23
10.2	Indice di difficoltà.....	23
10.3	Potere discriminante.....	24
10.4	Indice di selettività.....	25
10.5	Indice di affidabilità.....	27
10.6	Riflessione sull'analisi degli item.....	28
11	Indicazioni per il recupero e la programmazione successiva.....	29
12	Autoriflessione conclusiva.....	29
13	Ripartizione del lavoro.....	30

## 1 Destinatari della prova

La prova di verifica presa in esame fa riferimento ad un intervento didattico di 12 ore svolto nel mese di ottobre dell'anno scolastico 2007/2008 presso una classe terza di un liceo scientifico. Il tema dell'intervento è il moto parabolico: si è pensato di introdurre questo fenomeno attraverso un'esperienza in laboratorio che ha richiesto 1 ora che mirava a mettere in luce l'indipendenza dei due moti che lo compongono (un moto rettilineo uniforme in una direzione e uniformemente accelerato nell'altra direzione). Successivamente si è passati all'attività di formalizzazione teorica in classe (4 ore) con l'introduzione dei concetti illustrati attraverso esempi ed esercizi per finire l'unità didattica con un'ulteriore esperienza in laboratorio volta ad applicare i concetti imparati ad un caso pratico. La classe in cui si è svolta l'attività è composta da 18 maschi e 9 femmine e non sono presenti studenti con disabilità.

## 2 Contenuti e prerequisiti

Di seguito sono elencati i contenuti inclusi in questa attività ed i prerequisiti necessari per portarla a termine.

### *Contenuti:*

- ◆ Il moto parabolico come composizione di moti: analogie e differenze con altri moti precedentemente studiati
- ◆ La legge oraria del moto parabolico (nel caso di altezza nulla)
- ◆ La legge oraria del moto parabolico (nel caso di altezza non nulla)
- ◆ Il calcolo della gittata ed il concetto di altezza massima
- ◆ Il calcolo della massima quota raggiunta

### *Prerequisiti:*

- ◆ Sistemi di riferimento
- ◆ Il moto uniforme
- ◆ Il moto rettilineo uniforme
- ◆ Diagramma orario
- ◆ Definizione di velocità e legge oraria
- ◆ Definizione di accelerazione
- ◆ Il moto uniformemente accelerato
- ◆ Il moto di caduta dei gravi e accelerazione di gravità

### 3 Obiettivi generali

Di seguito sono elencati gli obiettivi generali (disciplinari) e gli obiettivi trasversali (interdisciplinari) di questa attività.

#### *Obiettivi generali:*

- ◆ Conoscere l'interpretazione del moto parabolico come composizione di moti
- ◆ Conoscere la legge oraria del moto parabolico generale
- ◆ Sapere utilizzare la legge oraria per ricavare spazi (diretto) e tempi (inverso)
- ◆ Conoscere il concetto di gittata e saperne calcolare il valore
- ◆ Conoscere il concetto di altezza massima
- ◆ Sapere calcolare la massima quota raggiunta

#### *Obiettivi trasversali:*

- ◆ Comprendere, rielaborare e produrre definizioni e proprietà con un linguaggio appropriato e specifico
- ◆ Inquadrare in un medesimo schema logico situazioni diverse, riconoscendo analogie e differenze, proprietà varianti ed invarianti
- ◆ Acquisire conoscenze che siano un valido mezzo per interpretare la realtà
- ◆ Riconoscere l'ambito di validità delle leggi scientifiche
- ◆ Conoscere, scegliere e gestire strumenti matematici adeguati
- ◆ Valutare l'attendibilità dei risultati sperimentali ottenuti
- ◆ Comunicare in modo chiaro e sintetico le procedure seguite nelle indagini, i risultati raggiunti ed il loro significato

## 4 Obiettivi di apprendimento e descrittori di raggiungimento

La prova è strutturata in 7 item ciascuno dei quali è volto a misurare il raggiungimento di uno o più obiettivi cognitivi secondo quanto riportato nella seguente tabella.

Item	Obiettivi di apprendimento	Classificazione di Anderson e Krathwohl	Indicatori/Descrittori
1	Conoscere la legge oraria del moto parabolico e sapere applicare le equazioni del moto parabolico per calcolare distanze (diretto) e per calcolare tempi (indiretto).	Ricordare-Conoscere	Lo studente utilizza le corrette equazioni del moto parabolico e risponde correttamente al problema.
2	Conoscere il significato di gittata e sapere applicare la relativa formula. Conoscere il concetto di altezza massima.	Ricordare-Conoscere	Lo studente applica l'equazione corretta della gittata e utilizza il concetto di altezza massima.
3	Sapere riconoscere e descrivere differenze ed analogie tra un moto parabolico ed il moto della caduta di un grave.	Ricordare-Conoscere	Lo studente riesce a riconoscere le analogie individuandole sul disegno e, utilizzando termini appropriati, riesce a spiegarle.
4	Sapere applicare ad un problema concreto il concetto di gittata quando il concetto non è esplicitamente richiamato nel testo del problema.	Applicare-Eseguire	Lo studente riconosce nell'esercizio una situazione in cui è necessario utilizzare il concetto di gittata ed applicarne la formula correttamente.
5	Ricavare l'altezza massima raggiunta durante un moto	Applicare-Eseguire	Lo studente sa calcolare l'altezza massima raggiunta

	<p>parabolico. Usare l'equazione del moto parabolico per ricavare la posizione del punto dopo un certo tempo <math>t</math>.</p>		<p>durante il moto e riesce a ricavare la posizione del punto in un dato istante successivo.</p>
6	<p>Conoscere e usare il concetto di gittata nel caso di un moto parabolico con altezza diversa da zero. Sapere utilizzare il concetto di altezza massima per determinare la condizione richiesta dal problema.</p>	Applicare-Eseguire	<p>Lo studente sa calcolare la gittata nel caso di moto parabolico con altezza non nulla e sa utilizzare il concetto di altezza massima per determinare la condizione richiesta nel problema.</p>
7	<p>Sapere utilizzare la legge oraria del moto parabolico per ricavare il tempo necessario per percorrere una determinata distanza. Sapere applicare la legge oraria del moto di caduta dei gravi per determinare la posizione in cui un oggetto si trova al tempo <math>t</math>.</p>	Valutare-Analizzare	<p>Lo studente scrive le leggi orarie coinvolte nel problema. Ricava il tempo dalla prima e lo spazio percorso dalla seconda. Trae le corrette conclusioni e risponde correttamente ai quesiti posti.</p>

## **5 Tipologia e struttura della prova**

La prova di verifica è stata pensata da un lato per controllare le competenze acquisite in questa unità didattica e dall'altro per incentivare allo studio i ragazzi in vista della prova sommativa di cinematica del punto. Si tratta pertanto di una prova *in itinere*.

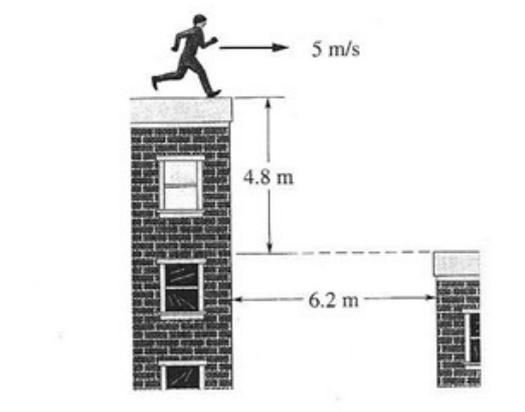
Il taglio della prova marcatamente applicativo richiama il tipo di trattazione dell'argomento e riflette la vocazione applicativa della scuola in cui è stato effettuato l'intervento didattico. I primi due item richiedono sostanzialmente di richiamare la conoscenza della legge oraria e le caratteristiche del moto parabolico. Gli item da 4 al 6 fanno tutte riferimento a casi concreti più o meno evidenti di applicazione dei concetti esplorati a lezione mentre l'ultimo item pur facendo anch'esso riferimento ad un caso concreto richiede capacità di analisi.

### **5.1 Accorgimenti per la somministrazione**

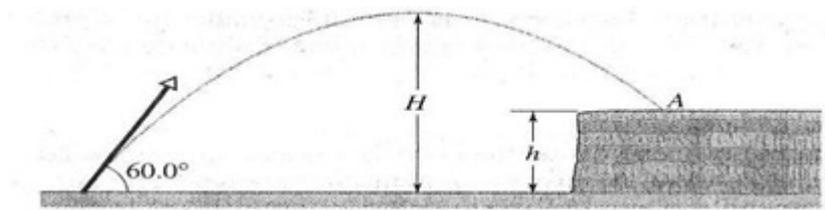
La durata della prova è stata fissata in 100 minuti e in fase di presentazione sono stati esplicitati i punteggi degli esercizi. E' stato poi fatto osservare che, al fine di ottenere la sufficienza, è indispensabile ottenere almeno 6 punti.



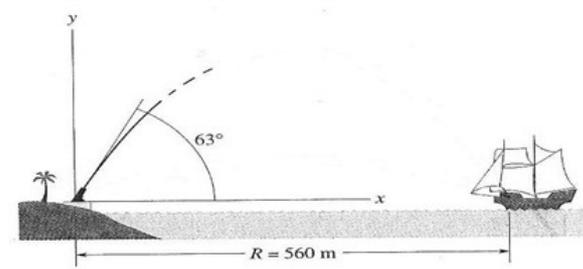
4. Un cascatore cinematografico deve attraversare di corsa un terrazzo e volarne fuori orizzontalmente per atterrare sul tetto di un edificio vicino. Prima di tentare il salto, molto saggiamente vi chiede di controllare se è possibile. Può uscirne incolume, se la sua massima velocità sul terrazzo è  $5 \text{ m/sec}$  ?



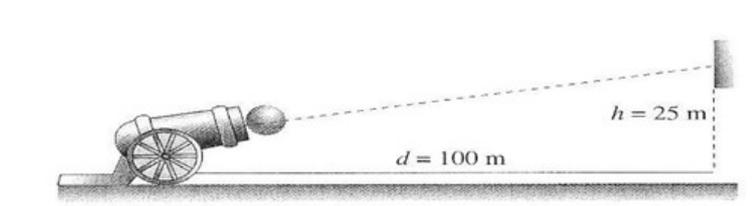
5. Una pietra viene proiettata verso un terrapieno di altezza  $h$  con velocità iniziale di  $42 \text{ m/sec}$  e un angolo di  $60$  gradi rispetto al suolo orizzontale. La pietra cade in A,  $5,50$  secondi dopo il lancio. Trovate:
- la massima altezza  $H$  sopra il suolo raggiunto dalla pietra.
  - l' altezza  $h$  del terrapieno



6. Una nave pirata è ormeggiata a  $560 \text{ m}$  da un forte che difende l'entrata del porto di un'isola. Il cannone che la protegge. Piazzato a livello del mare, ha una velocità di uscita dei proiettili di  $82 \text{ m/sec}$ .
- se il cannone spara quando è inclinato a  $63$  gradi rispetto al terreno, verrà colpita la nave pirata ?
  - a quale distanza si deve allontanare la nave pirata per essere sicura di non venire colpita (ad ogni angolazione possibile) ?



7. Un cannone è puntato in direzione di un bersaglio situato a 100 m di distanza e a un'altezza di 25 m. La velocità iniziale del proiettile è di 50 m/sec. Nell'istante in cui il proiettile è lanciato, il bersaglio cade in caduta libera.
- Riuscirà il proiettile a colpire il bersaglio? Perché?
  - Se la risposta è affermativa, a quale altezza da terra avverrà l'impatto, trascurando la resistenza dell'aria?



## 6.2 Correttore

### Correttore della prova

Scrivo la legge oraria generale del moto parabolico:

$$\begin{cases} x = v_0 \cos(\theta)t \\ y = v_0 \sin(\theta)t - \frac{1}{2}gt^2 + h_0 \end{cases}$$

*Es. 1:*

$$v_0 = 0.1 \text{ m/s},$$

$$h_0 = 0,8 \text{ m},$$

$$\theta = 0,$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

la legge del oraria è pertanto:

$$\begin{cases} x = 0.1t \\ y = -\frac{1}{2}9.8t^2 + 0.8 \end{cases}$$

a) Pongo  $y = 0$  nella seconda equazione della legge oraria.

Ottingo:

$$-\frac{1}{2}9.8t^2 + 0.8 = 0$$

da cui, escludendo le radici negative:

$$t_a = 0.40s$$

b) Dalla prima equazione, sostituendo il tempo di atterraggio:

$$x_a = 0.1t_a = 0.1 \cdot 0.40 = 0.04m$$

*Es. 2*

$$v_0 = 9.8m/s,$$

$$h_0 = 0m,$$

$$g = 9.8m/s^2$$

inoltre conosciamo la gittata del salto di Powell:

$$x_G = 8.95m$$

per rispondere al quesito imponiamo l'angolo di massima alzata nella legge oraria e calcoliamo la gittata:

$$\theta = \frac{\pi}{4}$$

la legge oraria è pertanto:

$$\begin{cases} x = 9.5 \frac{1}{\sqrt{2}}t \\ y = 9.5 \frac{1}{\sqrt{2}}t - \frac{1}{2}9.8t^2 \end{cases}$$

pongo  $y = 0$  nella seconda equazione della legge oraria.

Ottingo:

$$9.5 \frac{1}{\sqrt{2}}t - \frac{1}{2}9.8t^2 = 0$$

da cui escludendo le radici non significative:

$$t_a = 1.37s$$

Sostituisco nella prima equazione della legge oraria per ricavare la gittata massima:

$$x_{G_{max}} = 9.5 \frac{1}{\sqrt{2}} t_a = 9.5 \cdot 0.71 \cdot 1.37 = 9.20m$$

ed infine calcolo la distanza tra il record di Powell e la massima gittata possibile (per quella velocità iniziale):

$$x_{G_{max}} - x_G = 9.20 - 8.95 = 0.25m$$

*Es. 3*

Nella figura è visualizzato istante per istante il moto di 2 palline che partono contemporaneamente.

La pallina di sinistra ha moto uniformemente accelerato mentre la pallina di destra ha moto parabolico.

Le righe orizzontali servono da riferimento e permettono di confrontare, istante dopo istante, la posizione della prima pallina e la posizione della seconda. Facendo questa operazione, ci si rende presto conto che le palline raggiungono la stessa linea verticale nello stesso istante: in altri termini, per quanto riguarda la direzione ortogonale alle linee, hanno lo stesso moto (il moto uniformemente accelerato appunto).

*Es. 4*

$$\begin{aligned} v_0 &= 5m/s, \\ h_0 &= 4.8m, \\ \theta &= 0, \\ g &= 9.8m/s^2 \end{aligned}$$

la legge del oraria è pertanto:

$$\begin{cases} x = 5t \\ y = -\frac{1}{2}9.8t^2 + 4.8 \end{cases}$$

Pongo  $y = 0$  nella seconda equazione della legge oraria.

Ottingo:

$$-\frac{1}{2}9.8t^2 + 4.8 = 0$$

da cui, escludendo le radici negative:

$$t_a = 0.89s$$

Dalla prima equazione, sostituendo il tempo di atterraggio:

$$x_a = 5t_a = 5 \cdot 0.89 = 4.95m$$

è pertanto meglio consigliare il tuffatore di desistere!

*Es. 5*

$$v_0 = 42m/s,$$

$$h_0 = 0m,$$

$$\theta = \frac{\pi}{3},$$

$$g = 9.8m/s^2$$

la legge del oraria è pertanto:

$$\begin{cases} x = \frac{42}{2}t \\ y = \frac{42\sqrt{3}}{2}t - \frac{1}{2}9.8t^2 \end{cases}$$

a) Pongo  $y = 0$  nella seconda equazione della legge oraria.

Ottengo:

$$\frac{42\sqrt{3}}{2}t - \frac{1}{2}9.8t^2 = 0$$

da cui, escludendo le radici negative:

$$t_a = 7.42s$$

l'istante di tempo corrispondente alla massima altezza dal suolo è data da

$$t_{max} = \frac{t_a}{2} = 3.71$$

sostituendo nuovamente nella seconda equazione della legge oraria otteniamo la massima altezza:

$$H = \frac{42\sqrt{3}}{2}t_{max} - \frac{1}{2}t_{max}^2 = 67.5m$$

b) Per trovare l'altezza del terrapieno è sufficiente sostituire nella seconda equazione della legge oraria il tempo  $t_{fin}$  impiegato per raggiungerlo:

$$h = \frac{42\sqrt{3}}{2}t_{fin} - \frac{1}{2}9.8t_{fin}^2 = 31.83m$$

*Es. 6*

$$v_0 = 82m/s,$$

$$h_0 = 0m,$$

$$\theta = 63^\circ,$$

$$g = 9.8m/s^2$$

la legge del oraria è pertanto:

$$\begin{cases} x = 82 \cos(63)t \\ y = 82 \sin(63)t - \frac{1}{2}9.8t^2 \end{cases}$$

a) Pongo  $y = 0$  nella seconda equazione della legge oraria.

Otengo:

$$82 \sin(63)t - \frac{1}{2}9.8t^2 = 0$$

da cui, escludendo le radici negative e nulle:

$$t_a = 14.9s$$

Dalla prima equazione, sostituendo il tempo di atterraggio:

$$x_G = 82 \cos(63)t_a = 554.89m$$

b) Per rispondere alla seconda domanda è necessario riscrivere la legge oraria con angolo d'alzata pari a  $\frac{\pi}{4}$

$$x_{G_{max}} = 685.94m$$

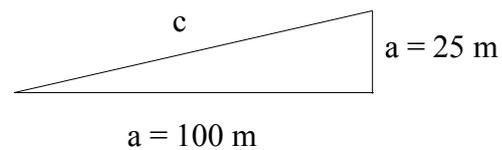
*Es. 7*

Prima di tutto utilizziamo il t. di Pitagora e le note proprietà dei triangoli rettangoli per ricavare seno e coseno dell'angolo di alzata:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = 103.78m$$

$$\sin(\theta) = \frac{b}{c} = 0.24$$

$$\cos(\theta) = \frac{a}{c} = 0.96$$



Inoltre:

$$v_0 = 50m/s,$$

$$h_0 = 0m,$$

$$g = 9.8m/s^2$$

la legge del oraria della palla di cannone è pertanto:

$$\begin{cases} x = 82 \cos(\theta)t \\ y = 82 \sin(\theta)t - \frac{1}{2}9.8t^2 \end{cases}$$

mentre la legge oraria del bersaglio è:

$$y = -\frac{1}{2}9.8t^2 + 25$$

- a) Al fine di determinare se la palla di cannone colpirà il bersaglio, sottraiamo membro a membro la seconda equazione della legge oraria del moto della palla alla legge oraria del bersaglio:

$$82 \sin(\theta)t - 25 = 0$$

ricaviamo  $t_{fin}$  ovvero l'istante di tempo nel quale il bersaglio e la palla si troveranno

alla stessa altezza:

$$t_{fin} = \frac{25}{82 \sin(\theta)} = 1.27s$$

applichiamo questo tempo alla prima equazione della legge oraria della palla e calcoliamo la distanza che avrà percorso in quel tempo:

$$x_{fin} = 82 \cos(\theta)t_{fin} = 99.97m$$

e, al di là di qualche errore di approssimazione, questo dimostra che la palla colpirà il bersaglio.

b) L'altezza raggiunta nell'istante finale è:

$$h_{bers,fin} = -\frac{1}{2}9.8t_{fin}^2 + 25 = 3.76m$$

## 7 Criteri di scoring

La somma totale dei punteggi assegnati è 10; all'interno di ogni esercizio il punteggio è stato ripartito secondo quanto riportato nella griglia di valutazione. Sono state anche assegnate parzialità di punteggi (anch'esse indicate in dettaglio nella griglia di valutazione) che permettono una valutazione più analitica e tengono conto del punto a cui lo studente è riuscito ad arrivare nei diversi esercizi.

Nell'attribuzione del punteggio massimo di ogni item si sono seguiti criteri di omogeneità, ma nella scelta si è anche tenuto conto degli obiettivi cognitivi che si voleva testare con ognuno di essi in modo tale che al conseguimento della sufficienza corrispondesse un adeguato raggiungimento degli obiettivi minimi.

## 8 Griglia e criteri di valutazione

Per correggere la prova ho utilizzato la seguente griglia di valutazione che contiene i sottopunteggi e le parzialità.

ITEM	PUNTEGGI
1	Punteggio totale: 1,5. Sottopunteggi: 0,75 punti per corretta applicazione della legge oraria del moto parabolico. 0,75 per corretto calcolo della gittata. Parzialità: 0,5 scrive correttamente la legge oraria
2	Punteggio totale: 1 Sottopunteggi: 0,75 punti per la corretta applicazione della legge oraria del moto parabolico 0,75 per la corretta impostazione dell'alzata massima Parzialità: 0,5 scrive correttamente la legge oraria
3	Punteggio totale: 1,5 Sottopunteggi: 0,75 individua correttamente la situazione, ma non usa propriamente i termini tecnici
4	Punteggio totale: 1

	Sottopunteggi: 0,75 individua la necessità di utilizzare il concetto di gittata, ma fallisce nell'applicarlo Parzialità: 0,5 scrive correttamente la legge oraria
5	Punteggio totale: 1,5 Sottopunteggi: 0,75 calcola correttamente l'altezza massima raggiunta 0,75 calcola correttamente l'altezza del terrapieno Parzialità: 0,5 scrive correttamente la legge oraria
6	Punteggio totale: 1,5 Sottopunteggi: 0,75 introduce e calcola correttamente il concetto di gittata 0,75 applica correttamente il concetto di altezza massima Parzialità: 0,5 scrive correttamente la legge oraria
7	Punteggio totale: 2 Sottopunteggi: 1 scrive correttamente la condizione per cui la palla ed il bersaglio si trovano alla stessa altezza Parzialità: 0,75 scrive correttamente le leggi orarie dei due moti

Alla luce della natura applicativa e delle richieste abbastanza modeste della prova si è scelto, per assegnare il voto finale, di sommare semplicemente i punti conseguiti in ogni esercizio, senza applicare nessun fattore correttivo. Pertanto i voti andranno (potenzialmente) da un minimo di 0 ad un massimo di 10.

Il voto non approssimato è dato pertanto dalla somma dei punteggi conseguiti nei singoli item:

$$\begin{aligned}
 \text{Voto totale studente non approx} &= Punteggio_{Item1} + \\
 &Punteggio_{Item2} + \\
 &Punteggio_{Item3} + \\
 &Punteggio_{Item4} + \\
 &Punteggio_{Item5} + \\
 &Punteggio_{Item6} + \\
 &Punteggio_{Item7}
 \end{aligned}$$

Per l'attribuzione finale del voto al singolo studente, oltre ai numeri interi da 2 a 10, si sono utilizzati anche i "quarti di voto"; ad esempio, tra il voto 7 ed il voto 8, sono attribuibili i voti

$$6+ = 6.25 \quad 6\frac{1}{2} = 6.5 \quad 7- = 6.75$$

Per consentire l'attribuzione di questi voti utilizzando il precedente criterio, si è resa necessaria un'operazione di approssimazione: si è scelta un'approssimazione al quarto di voto più vicino, cioè a quello per cui è risultata minima la differenza tra il valore ottenuto ed il valore approssimato.

## 9 Resoconto somministrazione, risultati della prova e relativa analisi

### 9.1 Resoconto della somministrazione

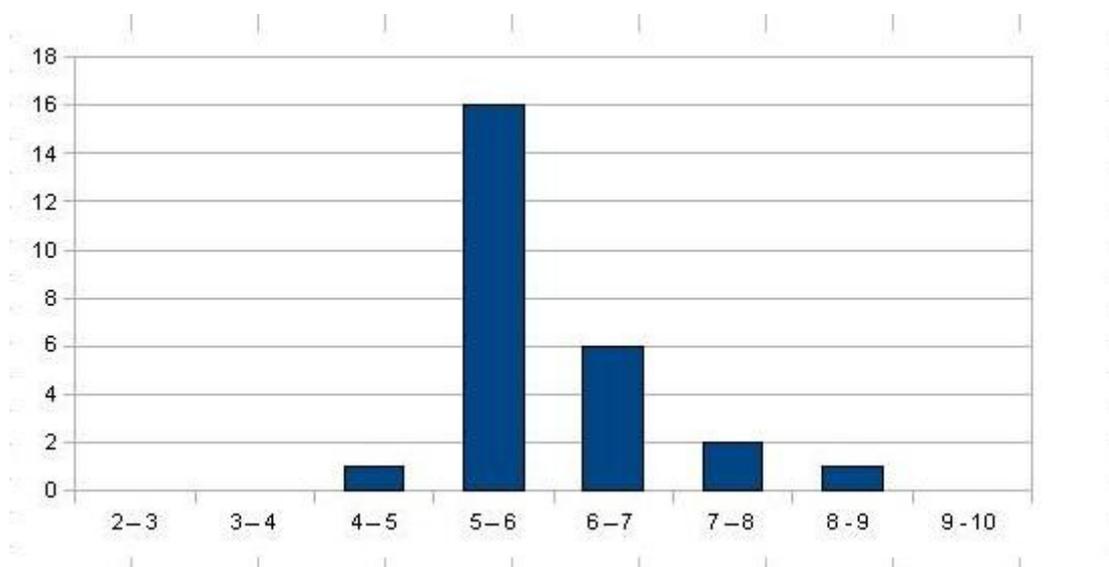
La prova è stata somministrata alla classe lasciando agli studenti 80 minuti. Durante la prova erano presenti 25 studenti (8 femmine e 17 maschi) su 27.

### 9.2 I risultati della prova

Nella tabella seguente ogni riga della matrice rappresenta uno studente e fornisce i punteggi da lui ottenuti per ogni item ed il punteggio totale raggiunto attribuito secondo i criteri di valutazione appena illustrati.

	1,5	1	1,5	1	1,5	1,5	2	10
Nome	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7	Totale
Studente 1	1,5	0,95	1,5	1	0,9	1,5	0,2	7,55
Studente 2	1,5	1	0,9	1	0,3	1,5	0	6,2
Studente 3	1,5	0,95	0,75	1	0,3	1,5	0	6
Studente 4	1,5	1	0,75	1	0	0,75	0	5
Studente 5	1,5	1	1,2	1	0	1,5	0	6,2
Studente 6	1,5	1	0,9	1	0,75	0,75	0	5,9
Studente 7	1,5	1	1,35	1	0	1,5	0,2	6,55
Studente 8	1,5	1	1,5	1	0	1,5	0	6,5
Studente 9	1,5	1	0,75	1	0	1,5	0	5,75
Studente 10	1,5	1	0,9	1	0	1,5	0	5,9
Studente 11	1,5	1	0,45	1	0	1,5	0	5,45
Studente 12	1,5	1	0,9	1	0	0,75	0	5,15
Studente 13	1,5	1	1,5	1	1,43	1,5	0	7,93
Studente 14	1,5	1	0,9	1	0	1,5	0	5,9
Studente 15	1,5	1	0,45	1	0,45	1,5	0	5,9
Studente 16	1,5	1	0,45	1	0	1,5	0	5,45
Studente 17	1,5	1	0,45	1	0,3	1,5	0	5,75
Studente 18	1,5	1	1,35	1	1,5	1,5	0,2	8,05
Studente 19	1,2	1	0,9	1	0	1,5	0	5,6
Studente 20	1,5	1	0,9	1	0,3	0,75	0	5,45
Studente 21	1,5	1	0,9	1	0	1,5	0	5,9
Studente 22	1,5	0,9	0,9	1	0	0	0	4,3
Studente 23	1,5	1	0,9	1	0	0,75	0	5,15
Studente 24	1,5	1	1,35	1	0	1,5	0	6,35
Studente 25	1,5	1	1,5	1	0	0	0	5
Percentuale	1,49	0,99	0,97	1	0,25	1,23	0,02	5,96

Il seguente istogramma fornisce la distribuzione dei risultati ottenuti in base alla fascia di votazione ( $x \cdot \text{voto} < x + 1$ ).



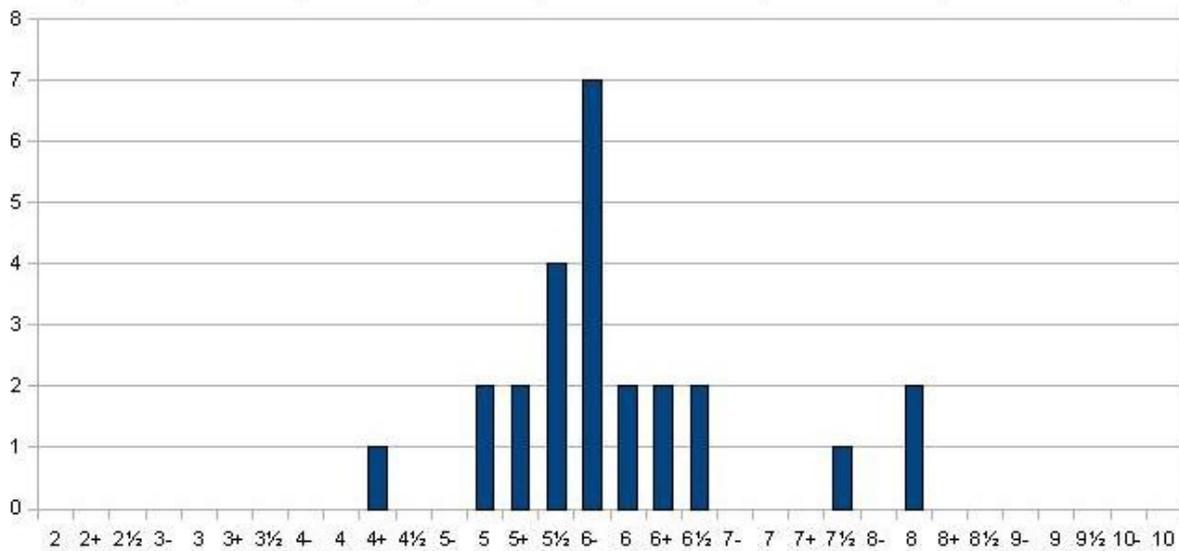
La fascia in cui è presente una maggior densità di voti è quella compresa tra il voto 5 (compreso) ed il voto 6 (escluso).

Nessuno studente ha ottenuto il voto massimo ed un solo studente ha ottenuto un voto superiore o uguale a 8.

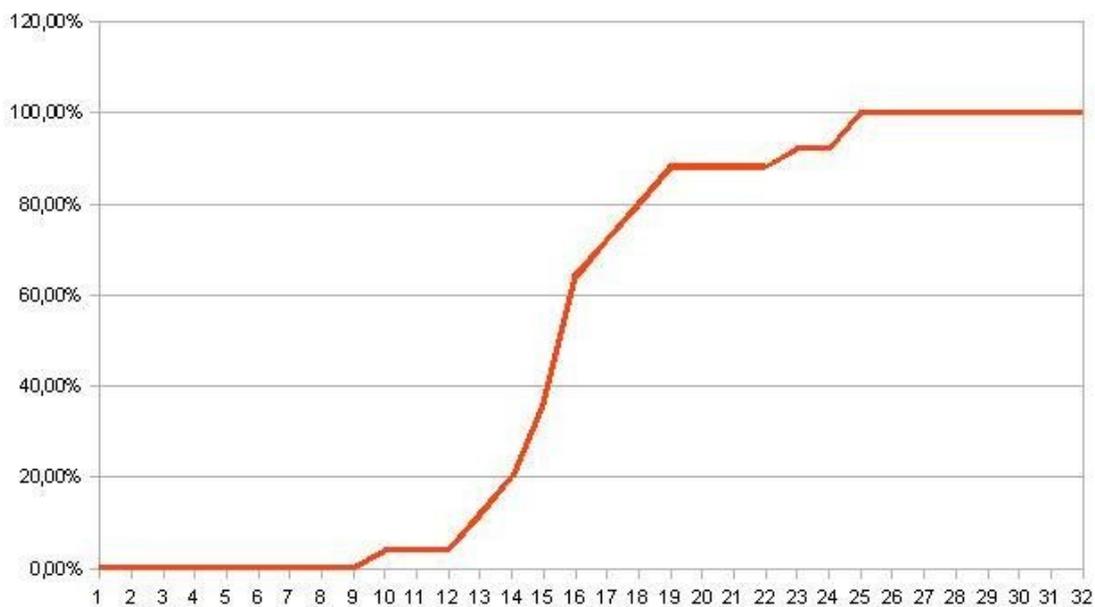
### 9.3 Frequenze, Percentuali, Indici di tendenza e di posizione

La tabella seguente mostra le frequenze semplici e cumulate e le rispettive percentuali per ogni voto attribuibile. Essa è seguita dal relativo istogramma per le frequenze semplici e dal grafico ad ogiva per quelle cumulate.

#### Frequenze semplici



#### Frequenze cumulate



Gli studenti che hanno riportato un voto maggiore o uguale al voto di sufficienza sono 9 su 25, e quindi sono in percentuale il 36%. Se consideriamo anche le insufficienze non gravi (voti maggiori o uguali a  $5 \frac{1}{2}$ ), allora i voti sono 20 su 25 e la percentuale sale al 80%.

Qui di seguito riportiamo una tabella con il calcolo della moda, mediana, media e scarto tipo dei risultati e un'altra in cui gli studenti vengono ordinati sfruttando un importante indice di posizione (punteggio standardizzato o punteggio z) basato sulle distanze di ciascun punteggio dalla media della classe, espressa in termini di scarti tipo calcolati sulla classe stessa.

L'espressione di tale distanza dalla media può essere fatta in modo più agevole ricodificando i punti z in 11 categorie (punti C di Guilford) oppure in 5 categorie (punti della distribuzione pentenaria). Ordinare le prestazioni degli studenti risulta anche utile per l'analisi degli item.

	<b>MODA</b>	6-	
	<b>MEDIANA</b>	6-	
	<b>MEDIA</b>	5,92	
	<b>SCARTO QUADRATICO</b>	2,74	

### *Tabella di posizione*

	<b>VOTO APPROSS.</b>	<b>Punteggio Standardizzato</b>	<b>PUNTO C di GUILFORD</b>	<b>PUNTO PENTENARIA</b>
<b>Studente 18</b>	8	0,76	7	D
<b>Studente 13</b>	8	0,76	7	D
<b>Studente 1</b>	7,5	0,58	6	D
<b>Studente 8</b>	6,5	0,21	5	C
<b>Studente 7</b>	6,5	0,21	5	C
<b>Studente 2</b>	6,25	0,12	5	C
<b>Studente 5</b>	6,25	0,12	5	C
<b>Studente 24</b>	6,25	0,12	5	C
<b>Studente 3</b>	6	0,03	5	C
<b>Studente 14</b>	6	0,03	5	C
<b>Studente 15</b>	6	0,03	5	C
<b>Studente 21</b>	6	0,03	5	C
<b>Studente 6</b>	6	0,03	5	C
<b>Studente 10</b>	6	0,03	5	C
<b>Studente 9</b>	5,75	-0,06	5	C
<b>Studente 17</b>	5,75	-0,06	5	C
<b>Studente 19</b>	5,5	-0,15	5	C
<b>Studente 20</b>	5,5	-0,15	5	C
<b>Studente 16</b>	5,5	-0,15	5	C
<b>Studente 11</b>	5,5	-0,15	5	C
<b>Studente 23</b>	5,25	-0,24	5	C
<b>Studente 12</b>	5,25	-0,24	5	C
<b>Studente 25</b>	5	-0,34	4	C
<b>Studente 4</b>	5	-0,34	4	C
<b>Studente 22</b>	4,25	-0,61	4	B

## 10 Parametri descrittivi relativi agli item

Calcoliamo ora i parametri descrittivi relativi agli item che risultano utili per la messa a punto della prova di valutazione.

### 10.1 Indici di tendenza relativi agli item

Per tutti gli item, sono stati calcolati punteggio massimo, punteggio minimo e gli indici di tendenza centrale vale a dire media, moda e mediana ed infine lo scarto tipo (o scarto quadratico medio).

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Totale
<b>Punteggio Min</b>	1,20	0,90	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,10
<b>Punteggio Max</b>	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50	1,50	0,20	8,20
<b>Media</b>	1,49	0,99	0,97	1,00	0,25	1,25	0,02	5,97
<b>Moda</b>	1,50	1,00	0,90	1,00	0,00	1,50	0,00	5,90
<b>Mediana</b>	1,50	1,00	0,90	1,00	0,00	1,50	0,00	5,90
<b>Scarto Tipo</b>	0,00	0,00	0,12	0,00	0,19	0,22	0,00	

Gli item 7 e 5 sono stati quelli su cui gli studenti hanno incontrato le maggiori difficoltà (la moda e la mediana relative sono 0), mentre quelli più facili sono stati l'1, il 4 ed il 6. Solo l'item 7 non è stato risolto da nessun studente.

### 10.2 Indice di difficoltà

L'*indice di difficoltà* di un item è dato dal rapporto tra i punti ottenuti da tutti i compilatori su quel dato item e il punteggio massimo ottenibile sull'item (punteggio ottenuto dalla somma di tutti i punteggi, se tutti i compilatori avessero risposto in modo corretto):

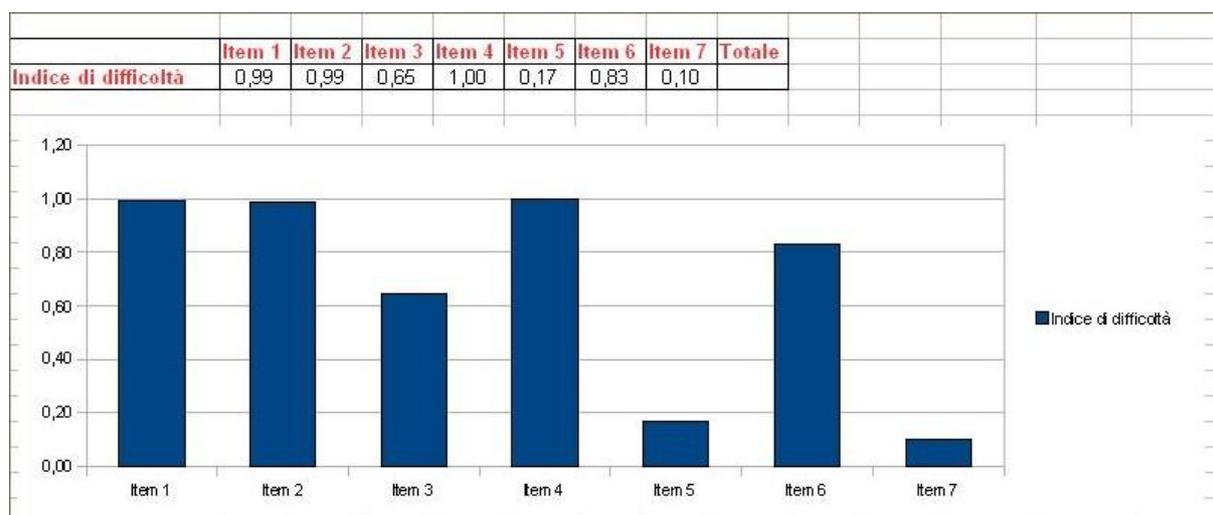
$$ID = P_{tot}/P_{max}$$

Tale indice varia tra 0 e 1:

- se  $ID = 0$  significa che l'item è di difficoltà troppo elevata dal momento che nessun allievo è riuscito a dare una risposta corretta;
- se  $ID = 1$  significa invece che l'item è troppo facile visto che tutti gli allievi hanno risposto correttamente;
- per i valori compresi tra 0 e 1 possiamo costruire la seguente tabella di riferimento:

Valori dell'indice di difficoltà dell'item	Grado di difficoltà dell'item
0 – 0,25	Difficile
0,26 – 0,5	Medio - Difficile
0,51 – 0,75	Medio - Facile
0,76 – 1	Facile

Riportiamo ora la tabella e l'istogramma relativi all'indice di difficoltà degli item della nostra prova:



Dal confronto con la tabella di riferimento si nota che il quinto ed il settimo item sono risultati i più difficili, mentre il primo, il secondo ed il quarto sono risultati facili. La difficoltà per il terzo è medio-facile, come conferma la media degli indici di difficoltà.

### 10.3 Potere discriminante

Il *potere discriminante* di un item è dato dal prodotto tra il numero di risposte esatte date all'item (indicato con E) e il numero di risposte sbagliate date all'item (indicato con S), rapportato alla metà del numero totale di risposte (N) elevato al quadrato.

$$PD = \frac{E * S}{\left(\frac{N}{2}\right)^2}$$

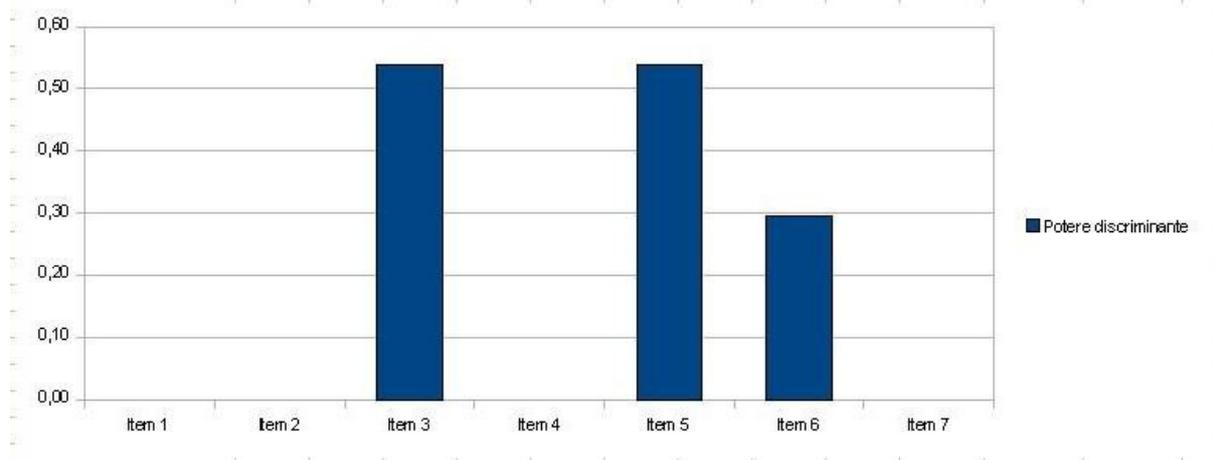
Il potere discriminante varia tra 0 (tutti gli studenti hanno risposto in modo corretto o in modo errato, quindi il potere discriminante è nullo) e 1 (metà degli studenti ha risposto

correttamente e metà in modo errato, quindi il potere discriminante è massimo). La funzione di questo indice è mettere in luce gli item maggiormente utili a discriminare chi ha raggiunto gli obiettivi da chi non li ha raggiunti.

Poichè questo indice non tiene conto delle non risposte e dei differenti pesi attribuiti a ciascun item e pertanto va calcolato su dati dicotomizzati, ho deciso di considerare corretta ogni risposta che ha totalizzato almeno due terzi del punteggio massimo ed errata una risposta che ha totalizzato meno dei due terzi del punteggio massimo.

Riportiamo quindi la tabella e l'istogramma relativo al potere discriminante degli item della nostra prova:

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Media
Risposte corrette (>2/3)	25	25	21	25	4	23	0	
Risposte errate	0	0	4	0	21	2	25	
<b>Potere discriminante</b>	0,00	0,00	0,54	0,00	0,54	0,29	0,00	0,20



## 10.4 Indice di selettività

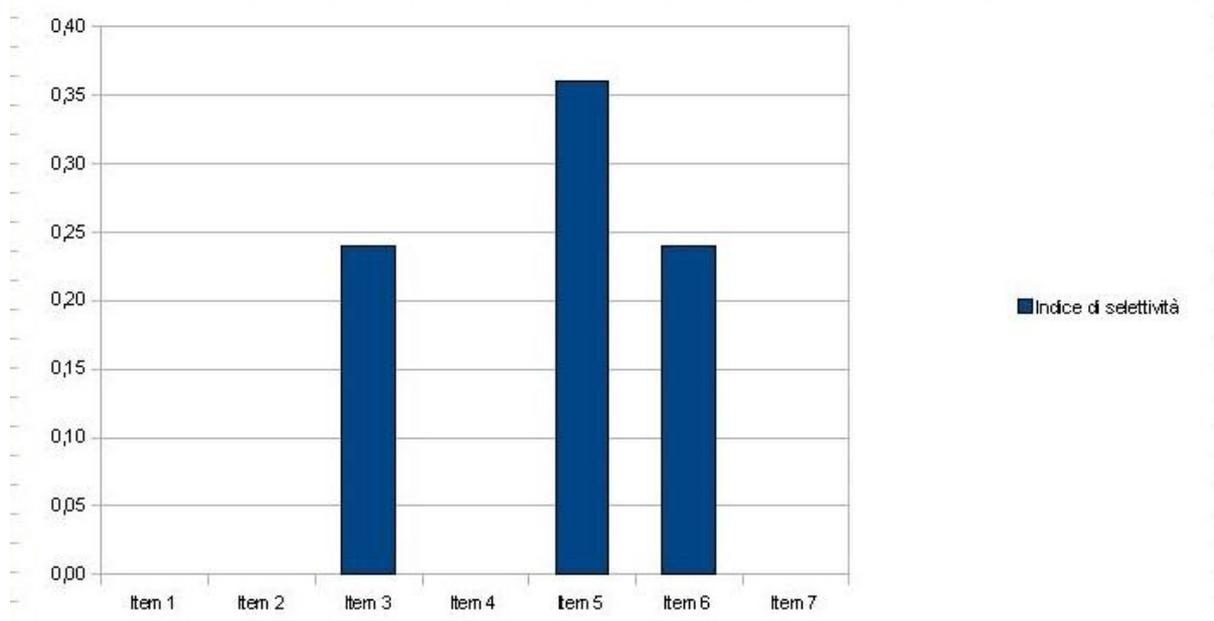
L'indice di selettività di un item è dato dalla differenza tra il numero di risposte esatte date all'item da parte degli studenti con i risultati migliori nell'intera prova (convenzionalmente si considera un terzo del totale degli allievi, corrispondenti al terzo che ha ottenuto il punteggio più alto), indicato con  $N_m$  e il numero totale di risposte esatte all'item dato dagli allievi che hanno ottenuto i risultati peggiori nell'intera prova (convenzionalmente si prende un terzo del totale degli allievi, corrispondenti al terzo che ha ottenuto il punteggio più basso), indicato con  $N_p$ , rapportato al numero totale degli allievi ( $N$ ) diviso 3:

$$IS = (N_m - N_p) / N/3$$

L'indice di selettività varia tra -1 (i candidati che hanno ottenuto il miglior punteggio nella prova hanno risposto tutti in modo errato all'item e i candidati che hanno ottenuto il peggior

punteggio nella prova hanno risposto tutti in modo corretto all'item: *selettività rovesciata*) e +1 (viceversa). Se vale 0 l'item non è assolutamente selettivo poiché tanti studenti preparati quanti meno preparati hanno risposto in modo corretto. Poiché gli studenti che hanno effettuato la prova sono 22, considero i risultati dei primi 7 studenti con le prestazioni migliori per calcolare  $N_m$  (sfruttando la tabella di posizione) e i risultati degli ultimi 7 studenti con le prestazioni peggiori per calcolare  $N_p$  (sempre utilizzando la tabella di posizione). Ecco la tabella e l'istogramma con i valori ottenuti:

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Media
$N_m$	8	8	8	8	3	8	0	
$N_p$	8	8	6	8	0	6	0	
<b>Indice di selettività</b>	0,00	0,00	0,24	0,00	0,36	0,24	0,00	0,12



Il valore medio dell'indice di selettività è circa 0,12, quindi la prova non è risultata molto selettiva. La prima osservazione macroscopica è che non vi sono item con indice di selettività negativa.

Si può notare che l'item 5 è il più selettivo.

Gli item 1,2,7 al contrario, non sono per nulla selettivi: infatti sia i migliori che i peggiori hanno risposto correttamente a tutte le domande. Anche gli item 3 e 6 sono poco selettivi.

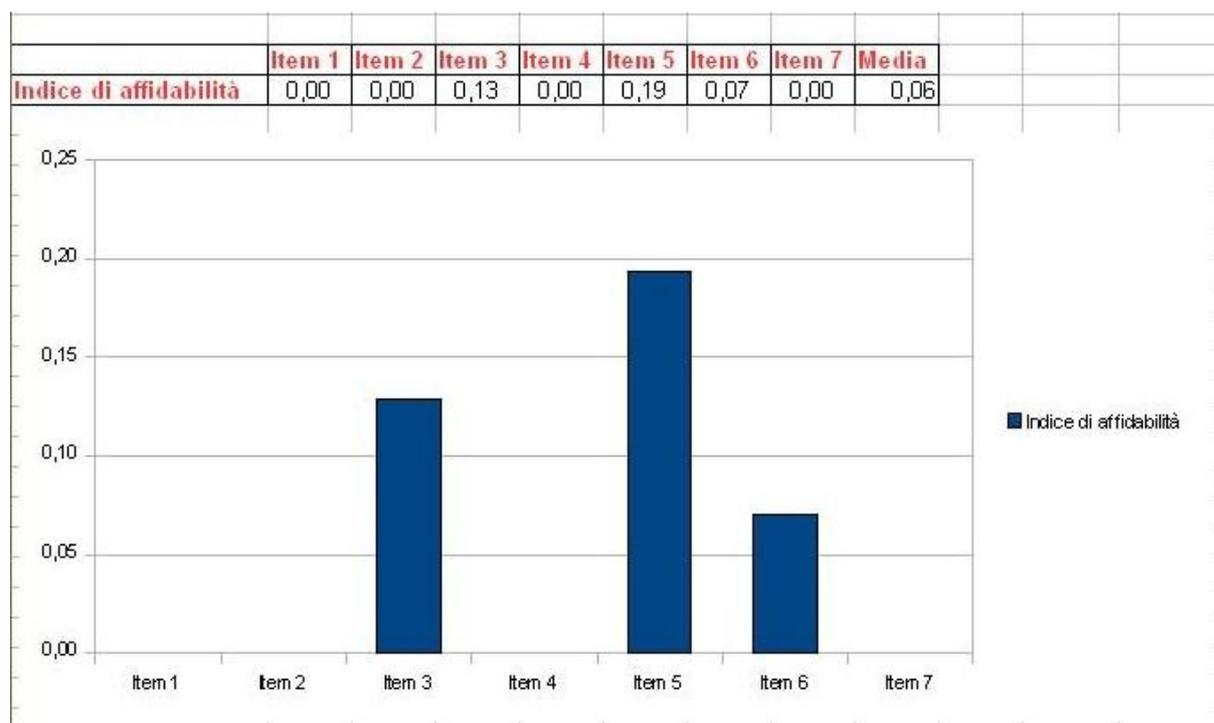
## 10.5 Indice di affidabilità

L'indice di affidabilità di un item è dato dal prodotto dell'indice di difficoltà e dell'indice di selettività:

$$IA = ID * IS.$$

Questo indice varia tra -1 e 1. Un valore negativo dell'indice di affidabilità è dovuto al fatto che l'indice di selettività è negativo. Il fatto di ottenere un valore prossimo a 0 significa che l'item non discrimina in modo netto gli studenti più preparati da quelli meno preparati. Se si ottiene un valore prossimo a 1, significa che l'item discrimina in modo netto studenti preparati e meno preparati. Questo indice mette in evidenza come un "buon" item debba essere sufficientemente facile e sufficientemente discriminante.

Ecco la tabella e l'istogramma con i valori ottenuti:



## **10.6 Riflessione sull'analisi degli item**

Alla luce dei risultati ottenuti dagli studenti e dopo aver analizzato gli indici relativi agli item apporterei alcune modifiche alla prova; la media dei voti è risultata molto prossima alla sufficienza, ma la maggior parte di essi hanno ottenuto un valore inferiore, seppur di poco, al 6.

Probabilmente eliminerei uno tra gli item 1, 2, 4, 6, molto simili tra loro ed infatti risolti dalla maggior parte degli studenti.

L'item 7 si è dimostrato non affidabile poiché troppo difficile e poco selettivo.

E' quindi opportuno testare l'obiettivo di apprendimento voluto in maniera differente oppure pensare di eliminarlo dalla prova e di lasciare la verifica di tale nozione teorica ad un momento successivo della programmazione visto che essa sarà ripreso in modo essenziale e più esplicito e chiaro in seguito.

## 11 Indicazioni per il recupero e la programmazione successiva

Ho riconsegnato la prova corretta agli studenti all'inizio di gennaio, effettuando la correzione degli esercizi che testano obiettivi differenti dalla conoscenza alla lavagna chiamando coloro che hanno ottenuto un risultato insufficiente e che hanno sbagliato proprio l'esercizio che si sta per correggere. Non ho intenzione di dedicare altre ore per il consolidamento degli argomenti trattati nella prova visto che essi saranno ripresi in maniera essenziale in ciò che segue; ogni volta che tali argomenti serviranno saranno richiamati dall'insegnante anche con domande agli studenti.

Gli studenti che lo richiedono saranno interrogati e potranno dimostrare di aver colmato le loro lacune soprattutto in una prova come questa in cui l'obiettivo maggiormente testato era la conoscenza.

La prova pone in evidenza lacune di argomenti pregressi e, insieme ad altre prove, può servire per individuare quegli studenti che necessitano di corsi di recupero pomeridiani al termine del quadrimestre.

Per quel che riguarda la programmazione successiva, essa prevede i seguenti argomenti.

- *Moti piani (moto circolare uniforme)*

## 12 Autoriflessione conclusiva

L'esperienza della costruzione, somministrazione e analisi dei dati della prova stessa è stata istruttiva sotto molti punti di vista. Ero a conoscenza del fatto che una prova di verifica realmente idonea a testare la preparazione di un allievo richiede una fase di progettazione non indifferente; pensavo però che testare obiettivi di apprendimento legati alla conoscenza fosse molto più semplice che valutare obiettivi di apprendimento che implicano l'eseguire e l'applicare, ma l'analisi degli item della mia prova ha fatto emergere come item che testavano obiettivi di apprendimento di quest'ultimo tipo fossero più affidabili dei primi. Da questo fatto ho compreso che anche per item che vogliono testare obiettivi legati alla conoscenza è necessaria una complessa fase di progettazione e ripensamento.

L'analisi degli item permette di eliminare gli item troppo poco affidabili e migliorare così la prova che può essere utilizzata in anni differenti o in classi parallele: in questo modo sono possibili confronti che possono risultare significativi. Un altro fatto che mi ha colpito è stata la media dell'indice di affidabilità che mi sembrava molto bassa; confrontandola con le medie ottenute dagli altri specializzandi ho notato però che anche gli altri avevano ottenuto valori simili ai miei e questo mi è stato di conforto anche perché ritenevo di avere progettato con accuratezza la mia prova.

Per ciò che riguarda la somministrazione della prova, scriverei al fondo della prova i punteggi massimi dei singoli item invece che esplicitarli esclusivamente a voce in modo tale che tutti gli studenti possano regolarsi nello svolgimento.

## **13 Ripartizione del lavoro**

La relazione è stata così ripartita:

Paragrafi da 1 a 8  
Paragrafi da 9 a 12

Emilio Prato  
Luca Finazzi