

REGIONE
TOSCANA



**Prodotto realizzato con il contributo della Regione
Toscana nell'ambito dell'azione regionale di
sistema**

Laboratori del **S**apere **S**cientifico

LE FORZE

Sperimentazione in classe
di variazioni del percorso
del CIDI di Firenze di
Barsantini e Fiorentini,
apportate da Fontana,
Gera, Giovannini, Masi

Livello scolastico: 3° anno della scuola secondaria di primo
grado (IC Barberino di Mugello)

Collocazione del percorso nel curriculum verticale della scuola secondaria di primo grado

I anno

- Gli stati della materia e i passaggi di stato
- Miscugli e soluzioni
- Le piante

II anno

- Gli acidi
- Le relazioni tra i viventi
- Apparato locomotore
- Apparato respiratorio
- Apparato circolatorio

III anno

- La velocità
- Le forze
- Le leve
- La riproduzione

Competenze ed abilità disciplinari

- Saper osservare, descrivere e interpretare fatti, fenomeni, strutture e relazioni.
- Saper verificare la corrispondenza fra ipotesi e risultati sperimentali
- Saper collegare le conoscenze acquisite.
- Comprendere e usare la terminologia scientifica essenziale.
- In situazioni significative individuare relazioni di causa-effetto.
- Saper ricondurre alcuni fenomeni a leggi matematiche.

Obiettivi essenziali di apprendimento

- Acquisire il concetto di forza da un punto di vista prima operativo e poi formalizzato
- Saper mettere in relazione l'applicazione di una forza su un corpo e gli effetti di tale applicazione
- Saper riconoscere il peso come una forza
- Saper mettere in relazione la legge della proporzionalità diretta con il funzionamento di un dinamometro.

Elementi salienti dell'approccio metodologico

La metodologia applicata consiste di 5 fasi:

Osservazione del fenomeno

Rappresentazione e verbalizzazione individuale scritta: gli studenti devono descrivere, individualmente, sul proprio quaderno, il fenomeno osservato, sia attraverso disegni, sia attraverso la scrittura

Discussione collettiva: dopo la lettura di alcune considerazioni dei ragazzi, la fase di discussione consente il confronto tra le diverse ipotesi

Concettualizzazione individuale scritta: i ragazzi, alla luce di quanto emerso durante la discussione collettiva, devono modificare o riscrivere la loro prima stesura

Sintesi finale: operata dall'insegnante, può utilizzare anche le migliori produzioni degli alunni.

Materiali impiegati

- Materiali vari portati dagli studenti sui quali esercitare delle forze che producano deformazione
- Elastico per portapacchi delle auto
- Molle di diversa costante di elasticità
- Dinamometri

Ambiente di lavoro

- Aula
- Laboratorio di Scienze

Tempo impiegato

- Messa a punto nel gruppo LSS: 8 ore
- Progettazione specifica nella classe: 6 ore
- Tempo scuola di sviluppo del percorso: 1 mese e mezzo (12-15 ore)
- Documentazione: 8 ore

Descrizione del percorso didattico

Forza-deformazione o forza-movimento?

Si chiede agli studenti di rispondere per iscritto, individualmente, alle seguenti domande: cosa significa "fare forza", "forza"? Nella discussione che segue alla lettura di alcune elaborazioni scritte dei ragazzi si indirizza la discussione sul rapporto tra forza e deformazione per permettere poi di arrivare ad una misurazione operativa della forza.

Tabella riassuntiva delle verbalizzazioni scritte degli studenti

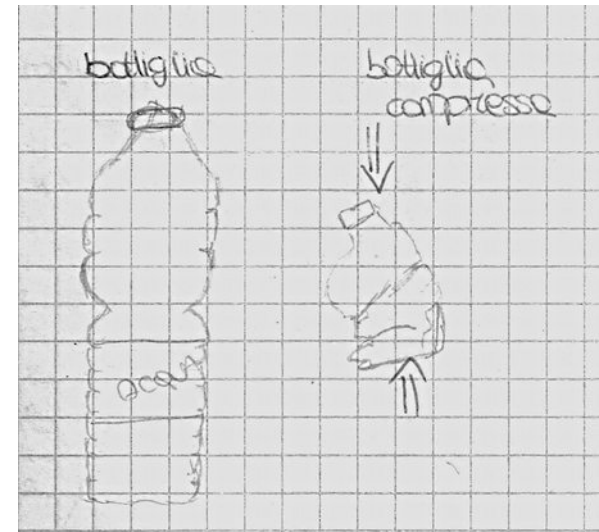
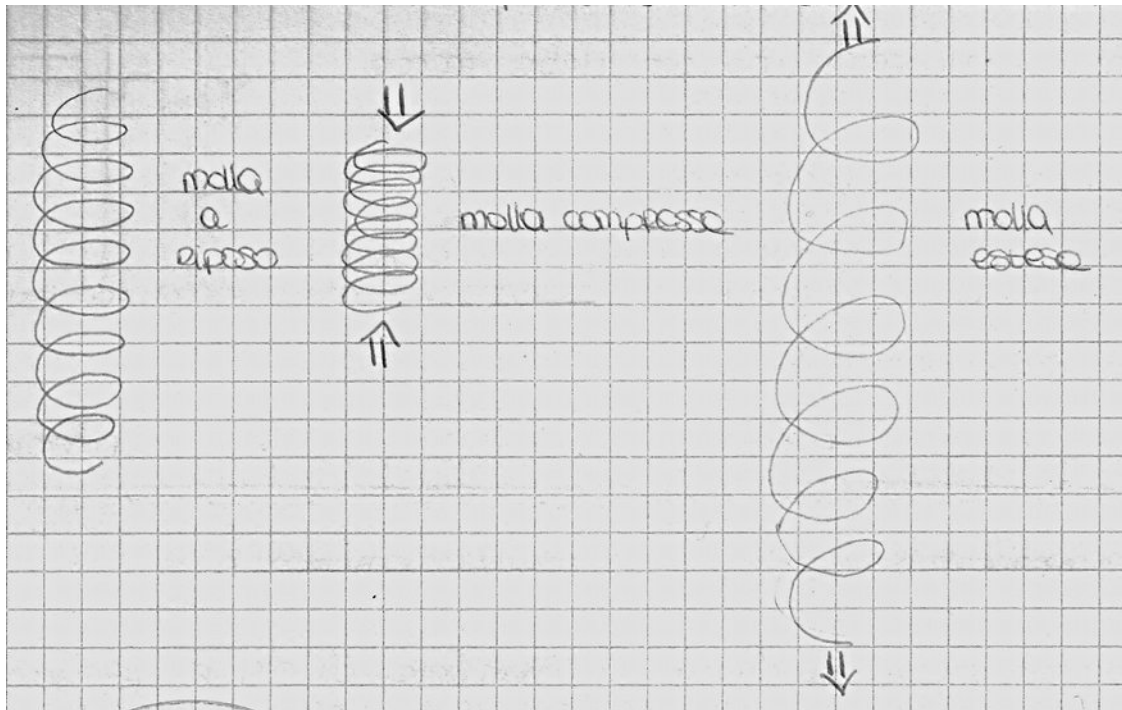
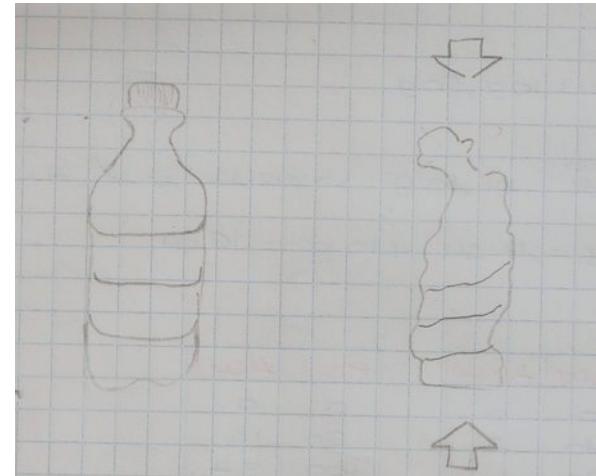
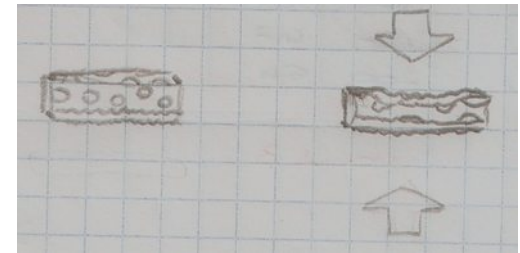
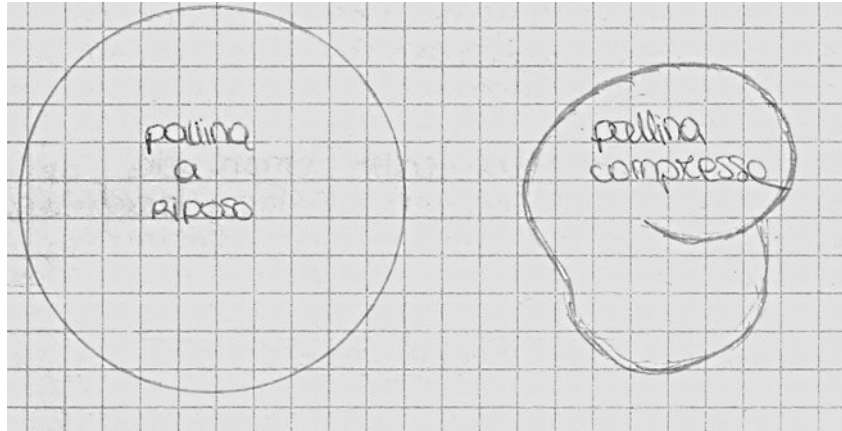
forza	fare forza	essere forti
qualità - con cui si spostano oggetti T	tenere in mano un oggetto pesante	caratteristica fisica
f. gravità	azione II	avere tanti muscoli
f. che oppone	opporre resistenza	qualità - che dipende
Sopp. oggetti pesanti	usare i pesi	dall'allenamento
qualità - che permette di fare azioni	comprimere	
	spostare T	

Applicazione di forza muscolare ad oggetti di uso comune

Per far esperire ai ragazzi il rapporto tra forza e deformazione, si stimolano i ragazzi a portare a scuola oggetti sui quali esercitare la propria forza muscolare. La varietà degli oggetti (palline morbide, palline da tennis, rotoli di carta assorbente, elastici, molle, spugna, gommapiane ecc....) permette di valutare differenti tipi di deformazioni (temporanee e permanenti).

La rappresentazione delle forze attraverso vettori

- Ai ragazzi viene quindi chiesto di rappresentare con disegni sul quaderno l'esperienza svolta.
- Diversi ragazzi utilizzano da subito le frecce per la loro rappresentazione e qualcuno, del tutto intuitivamente, rappresenta anche la forza vincolare (bottiglia nella rappresentazione dei ragazzi di seguito riportata), che verrà ripresa in un momento successivo del percorso.
- Viene quindi introdotto il concetto di vettore, limitatamente a direzione, verso e punto di applicazione.

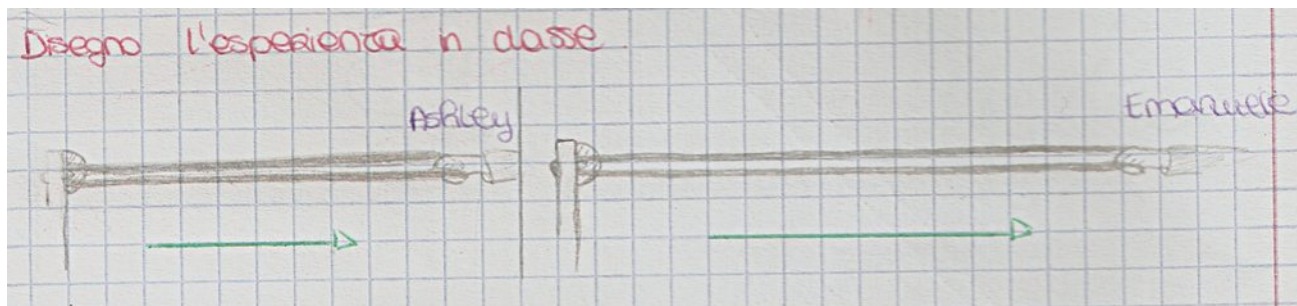
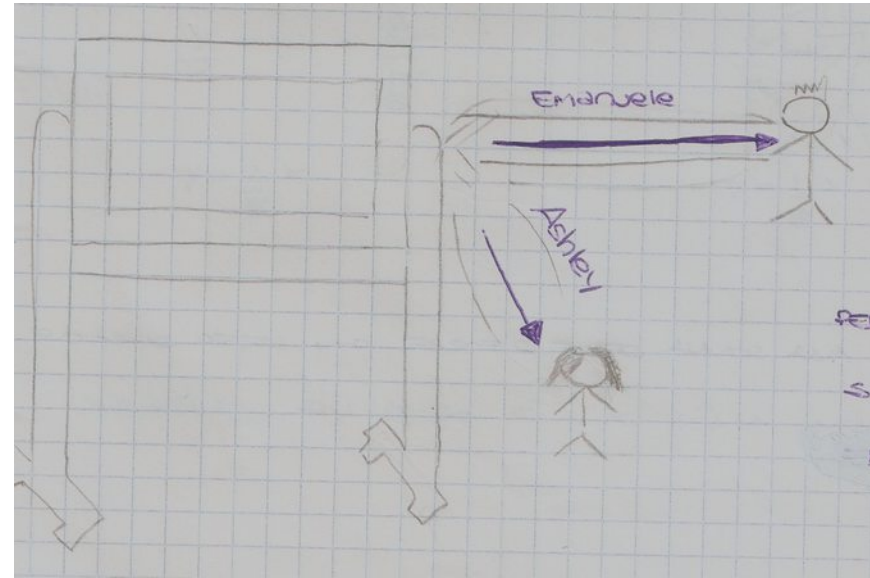
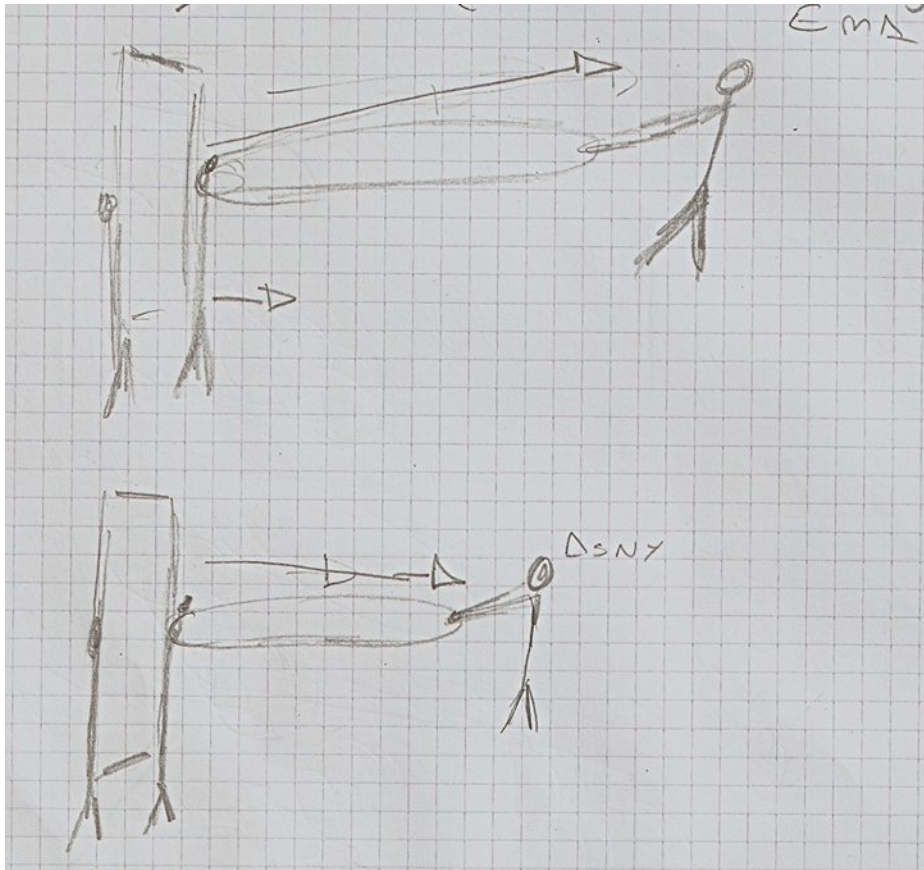


La rappresentazione di forze di diversa intensità attraverso vettori (1)

- Si fa sperimentare ai ragazzi l'utilizzo di estensori o, in assenza di questi, di elastici per il portapacchi delle automobili.
- Viene chiesto ai ragazzi se e in quale modo questi strumenti possano essere utilizzati per confrontare le loro forze muscolari.
- Tra le varie risposte dei ragazzi, sicuramente verrà proposto di misurarne l'allungamento.

La rappresentazione di forze di diversa intensità attraverso vettori (2)

- Si propone quindi ad un ragazzo e ad una ragazza di esercitare la propria forza muscolare su uno di questi oggetti ancorato possibilmente al muro (nel nostro caso alla lavagna), scegliendo gli attori in modo tale che le forze applicate siano chiaramente diverse e quindi lo siano anche gli allungamenti.
- Si chiede poi ai ragazzi di rappresentare con un disegno la situazione realizzata in classe e di rappresentare le forze in gioco attraverso vettori.
- Normalmente la maggior parte dei ragazzi rappresenta le due diverse forze con vettori di lunghezza diversa.



Successivamente è opportuno che i ragazzi esercitino la loro forza su estensori o elastici tenuti all'altra estremità da un altro ragazzo che sta fermo.

- La comparazione di questa esperienza (e le sue rappresentazioni) con la precedente, in cui l'estensore/elastico era attaccato alla parete/lavagna, dovrebbe portare i ragazzi ad affermare che non ci sono differenze tra le due situazioni sperimentate.
- La definizione più precisa delle forze in gioco in queste situazioni viene rimandata ad una fase successiva.

La forza-peso (1)

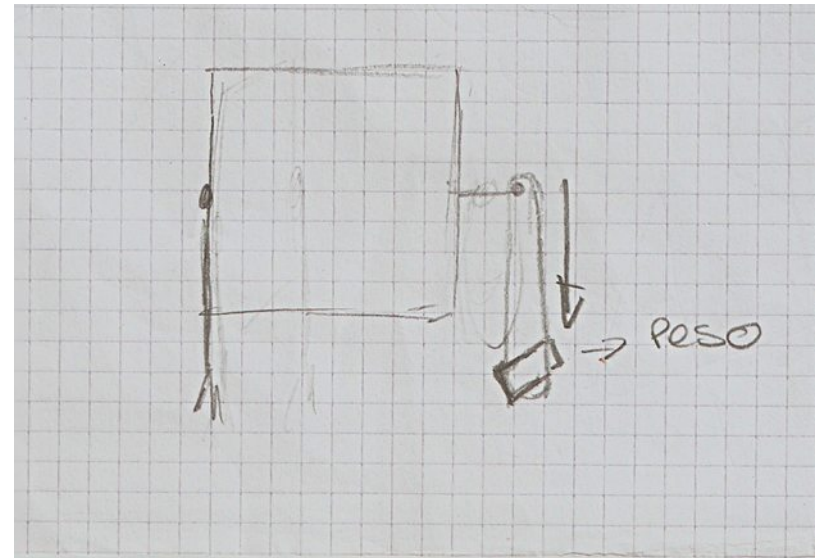
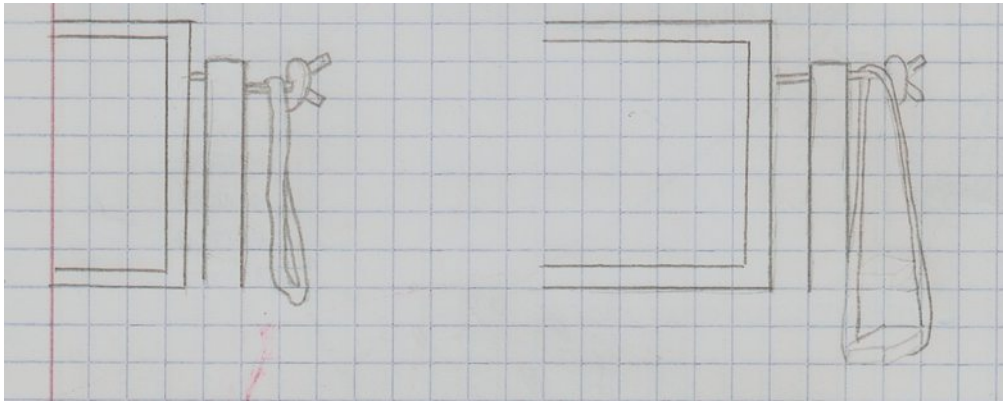
- Si riprende una delle prime esperienze sulla deformazione, recuperando una pallina o una spugna e deformandola con la forza muscolare.
- Si chiede quindi ai ragazzi quale potrebbe essere un altro modo per ottenere la stessa deformazione.
- Tra le varie proposte dei ragazzi c'è sempre quella di mettere sulla pallina/spugna un oggetto pesante.

La forza-peso (2)

- Se possibile sarebbe opportuno eseguire in parallelo le seguenti due esperienze:
 1. Deformare nuovamente l'oggetto con la forza muscolare
 2. Deformare un altro oggetto simile mettendoci sopra un libro
- Dopo che i ragazzi avranno rappresentato l'esperienza, sarà fondamentale capire, attraverso la lettura delle verbalizzazioni individuali scritte in relazione al confronto tra le due situazioni sperimentate, quanti ragazzi colgono l'analogia tra peso e forza, dal momento che questo passaggio logico è sempre molto difficile per i ragazzi.

La forza-peso (3)

- Sarà opportuno ripetere poi l'esperienza con una molla o un elastico attaccato alla parete (lavagna nel nostro caso) per osservare nuovamente la deformazione ottenibile con la forza muscolare o con la forza-peso di un oggetto (es. pesante dizionario).



La misurazione della forza

- I ragazzi sono ora pronti per misurare la forza attraverso la deformazione di una molla.
- Alla domanda «come posso misurare una forza?», dovrebbero quindi rispondere facilmente «attraverso la misurazione della deformazione di una molla o estensore».
- Ci si avvale pertanto di un'asta calibrata in mm alla quale viene appesa una molla a cui viene applicata una forza (muscolare o forza-peso): la forza determina l'allungamento della molla che è possibile misurare attraverso la lettura dell'asta calibrata.

La proporzionalità diretta tra forza applicata e allungamento della molla

- Si utilizza lo stesso dispositivo al quale vengono applicate molle di diversa costante di elasticità e set di pesi da applicare alle molle.
- Si applicano pesi diversi ad ogni molla e i rispettivi allungamenti vengono registrati in una tabella per ogni molla.
- Si osserva che le due grandezze (peso e allungamento) sono direttamente proporzionali.
- Si riportano pertanto le variazioni corrispondenti delle due grandezze in un grafico cartesiano per ogni molla, per evidenziare questa relazione e le diverse caratteristiche delle molle utilizzate.

molla piccola:

P(g)	A(cm)
0	0
10	4 = 2/5
20	8
30	12
40	16

molla media

P(g)	A(cm)
0	0
10	2 = 1/2
20	4
30	6
40	8

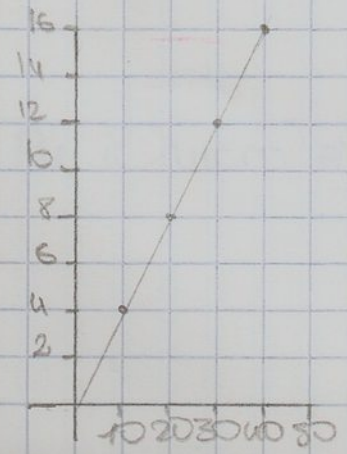
molla grande

P(g)	A(cm)
0	0
50	1,5
100	3,2
150	4,7
200	6,4

molla piccola

$$y = 2/5$$

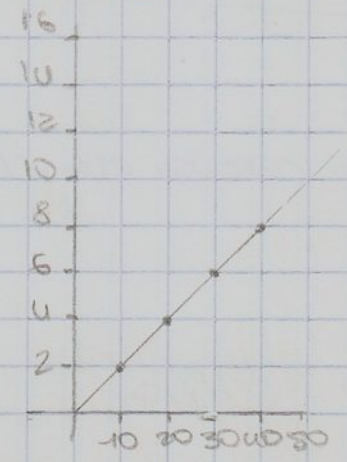
$$k = 2/5x$$



molla media

$$y = 1/2$$

$$k = 1/2x$$

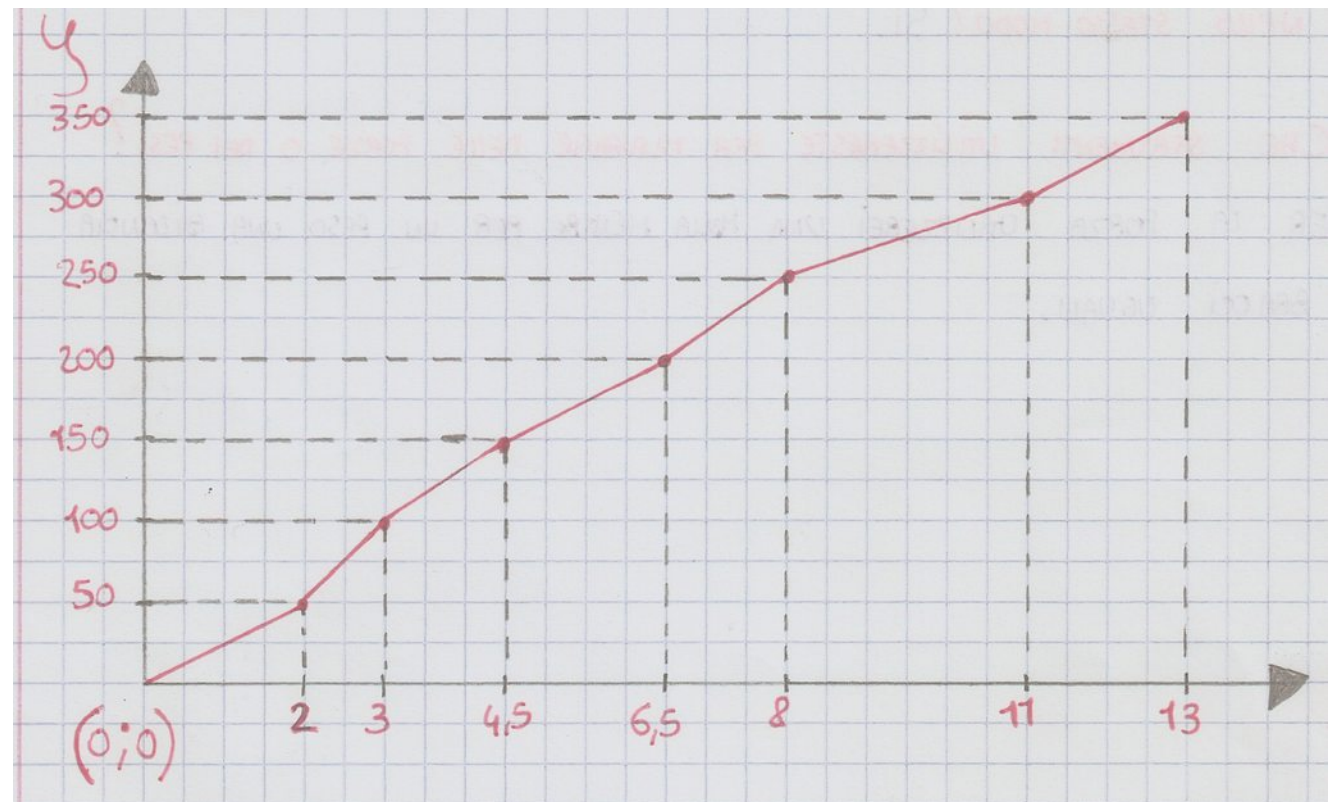


Il comportamento degli elastici

- Se nel percorso sono stati utilizzati elastici al posto di estensori, sarà opportuno ripetere l'esperimento di misurazione degli allungamenti in funzione delle forze-peso applicate utilizzando un elastico.
- Risulterà evidente che non esiste una relazione di proporzionalità diretta, sia dall'analisi dei dati tabulati, sia dalla rappresentazione grafica.

L'elastico

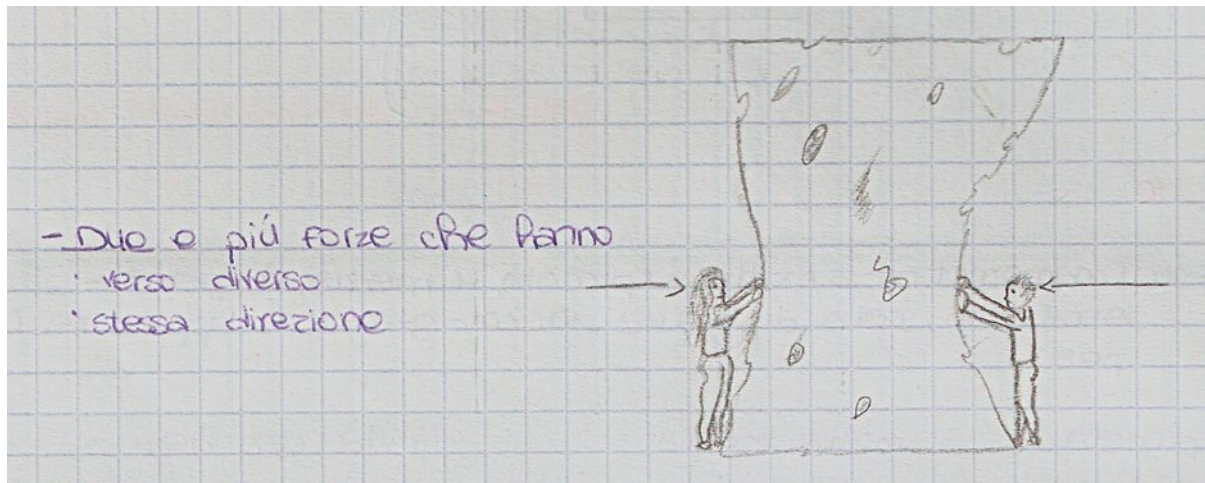
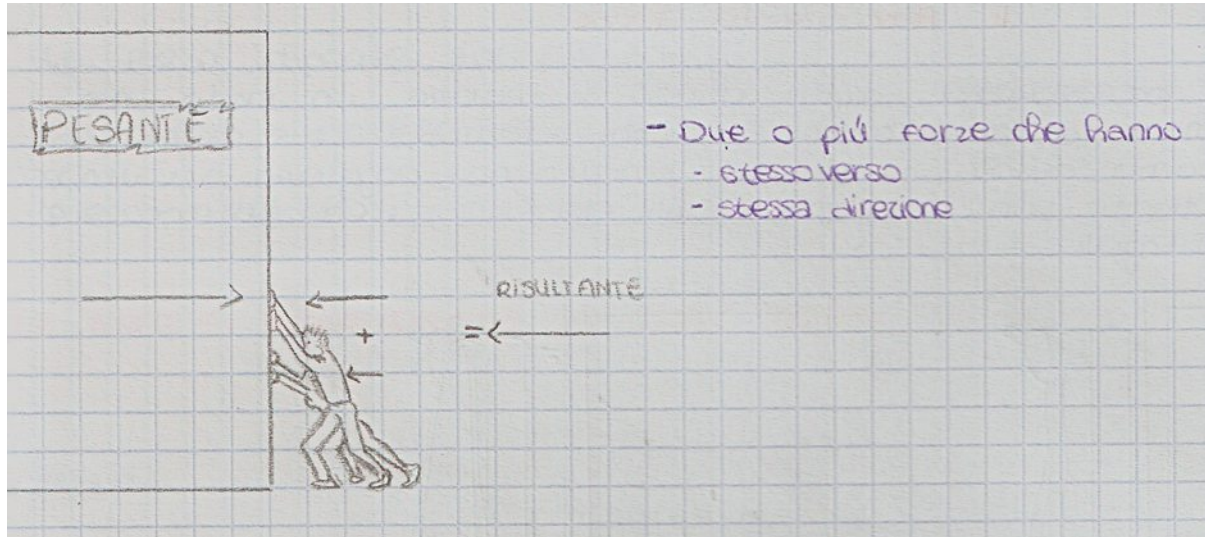
0 cm	0 gp
2 cm	50 gp
3 cm	100 gp
4,5 cm	150 gp
6,5 cm	200 gp
8 cm	250 gp
11 cm	300 gp
13 cm	350 gp



La composizione di forze

- La composizione di forze risulta più facile da concettualizzare per i ragazzi, se l'applicazione di più forze comporta la variazione dello stato di quiete di un corpo.
- Si può infatti chiedere a due ragazzi di spostare la cattedra agendo dallo stesso lato, oppure di tirare una corda dalle due estremità opposte.
- La rappresentazione grafica di queste due esperienze, con la rappresentazione delle forze attraverso vettori, permette di introdurre il concetto di forza risultante.

La composizione di forze



L'equilibrio statico e la reazione vincolare (1)

- Per introdurre l'argomento si chiede ai ragazzi di mettere sul palmo della mano un oggetto di un certo peso e di tenere il braccio in modo tale che a livello del gomito si formi un angolo retto.
- Dopo aver chiesto «come mai non cade?», dalla discussione emergerà che la forza-peso dell'oggetto è controbilanciata dalla forza muscolare.
- Dalla discussione delle rappresentazioni dell'esperienza dovrebbe scaturire che la forza che la mano esercita sull'oggetto deve essere uguale come intensità e direzione ma opposta in verso rispetto alla forza-peso dell'oggetto.

L'equilibrio statico e la reazione vincolare (2)

- Facciamo quindi mettere gli oggetti sul banco e chiediamo ai ragazzi di verbalizzare per iscritto, dopo aver rappresentato schematicamente le forze in gioco nella situazione, come mai non cadono.
- Per analogia con le situazioni precedenti, dovrebbe emergere che il tavolo esercita una forza uguale e contraria a quella dell'oggetto.
- Dopo aver fatto ricercare ai ragazzi sui propri quaderni situazioni in cui tale forza era da loro stata intuitivamente rappresentata, ed averne discusso, essa viene definita come forza vincolare o reazione vincolare.

Proposta di verifica

Cognome Nome.....

Classe..... Data.....

1) Se una forza agisce su un oggetto, quali effetti può provocare sull'oggetto stesso? Fai tre esempi (puoi aiutarti con disegni)

2) Cosa significa dire che le forze sono grandezze vettoriali?

3) Nell'immagine è rappresentata una scatola sopra un tavolo:

a) rappresenta tramite vettori le forze che agiscono sulla scatola

b) descrivi le forze che agiscono sulla scatola

c) spiega come mai la scatola non cade

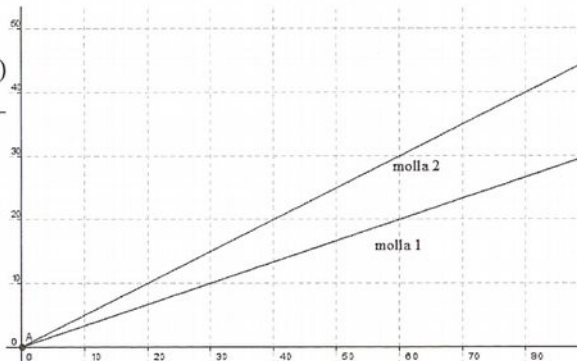


4) Descrivi, utilizzando un disegno e la rappresentazione delle forze tramite vettori, due possibili situazioni che si possono realizzare quando due persone applicano ciascuna una forza sul medesimo oggetto.

5) Il grafico rappresenta l'allungamento (asse y mm) di 2 molle in seguito all'applicazione di alcuni pesi (asse x gr). Rispondi:

a) quale delle 2 molle è più resistente?

b) da cosa te ne accorgi?



6) E' possibile misurare le forze? Con quale strumento? Descrivilo.

7) Se ad una molla applichi dei pesi, ottieni gli allungamenti riportati nella tabella sottostante:

peso (g)	Allung. (mm)
10	4
20	8
50	20
60	24
80	32

Esegui le seguenti consegne:

a) fai il grafico

b) descrivi come sono tra loro queste due grandezze

c) scrivi la legge matematica (equazione) che rappresenta il fenomeno descritto nella tabella

d) calcola che forza devo applicare alla molla per avere un allungamento di 18mm

e) calcola che allungamento ottengo se

applico alla molla una forza di 75 gr peso.

8) Ad una molla e ad un elastico sono stati applicati alcuni pesi e sono stati misurati i rispettivi allungamenti. I risultati sono riportati nella seguente tabella:

Peso (g)	Allung. (mm)	
	Caso A	Caso B
20	8	5
40	20	10
60	36	15
100	84	25

Esegui le seguenti consegne:

a) Fai i rispettivi grafici

b) Determina quale caso (A o B) è una molla e quale un elastico (A o B)

c) Motiva la tua risposta

Risultati della verifica

Item #	1	2	3a	3b	3c	4	5	6	7a	7b	7c	7d	7e	8a	8b	8c	tot punti
punt. max	8	6	4	4	2	8	6	5	2	2	4	3	3	4	4	3	68
Alunno																	
1	8	2	4			6	6	2	2	2	4	3	3	4	4	2	52
2	8	4	2	2	2		6	2	2	2	4		3	2	4		43
3	7		3	2		2	2		2	2	4	3	3				30
4	3		4	4		2	6	5	1	2	4		3	4	4		42
5	7	6	2	2	2	6	6	2	2	2		1	1	4	4		47
6	3		4	2	1	4	4	2	1					3	4		28
7	8	6	2	4	2	8	6	5	2	2	2	3	3	4	4	3	64
8	7	5	2	3	2	6	6	2	2	2		3	3	4	4	2	53
9	3	2	4	3	2	3	6	2	2			3	3	4	4	2	43
10		2				2	4	2	2								12
11	8	6	3	2		5	6	2	2	2	4	3	3	4	4	3	57
12		3	4	4	2	5	6	2			4	3	3		4	2	42
13	7		4	1			6	2	2	2	4	3	3	4	4	3	45
14	3	4	4	4	2	4	5	2	2								30
15	7					8	6	3	2	2	2		3	4	4		41
16	7		2	3			6	2	2	2	4	3	3	4	4	3	45
17	6	2				4	6	2	2	2		3	3	4	4		38
18	3	2	4	4	2	8	5	2	2	2	4	3	3	4	4	3	55
19	8		4	2		6	6	4	2	2		1	1	4	4		44
20	3	2				3		3	2	2	4			3	4		26
21	2	2	2				4	1	2					2	4		19
22	3	5	4	4	2	8	6	2	2	2	4		3	4			49
23	3	2				3	6	5	2	1		2	3	4	4		35
24	8	2	4	2		8	6	2							4		36

Analisi critica dei risultati

- Dai risultati riportati in tabella risulta evidente che nelle domande che richiedevano una risposta più operativa (es. 4, 7, 8) i ragazzi sono riusciti ad orientarsi meglio rispetto alle domande più teoriche (es. 2, 3, 4).
- All'interno della prima tipologia di domande, però, i ragazzi hanno incontrato maggiori difficoltà nella parte più strettamente matematica, mentre minori difficoltà si riscontrano nella realizzazione o interpretazione dei diagrammi cartesiani.
- È interessante notare che la maggiore difficoltà incontrata dai ragazzi è consistita nel motivare in maniera chiara e con una terminologia appropriata le loro deduzioni (domanda c dell'es. 8).

Valutazione dell'efficacia del percorso didattico

- Dalle prove finali dei ragazzi, dalle osservazioni emerse durante il lavoro in classe e in aula di Scienze e dal lavoro individuale e collettivo svolto in classe, la valutazione del percorso che abbiamo effettuato è senz'altro positiva.
- Ci è sembrata estremamente positiva sia la scelta di iniziare la parte sperimentale con oggetti portati dai ragazzi, sia il lavoro svolto sulla rappresentazione grafica delle forze che consente, con poche, semplici esperienze svolte direttamente dai ragazzi di introdurre inizialmente e consolidare poi la rappresentazione delle forze.
- Uno dei punti più critici del percorso, che nel corso degli anni di lavoro e di sperimentazione svolto in collaborazione col CIDI di Firenze aveva sempre creato difficoltà nella concettualizzazione da parte degli studenti, è quello relativo alla forza-peso, che veniva affrontato attraverso l'utilizzo della bilancia a due piatti. In questa prima sperimentazione ci è sembrato che la sostituzione con l'esperienza degli elastici (vedi diapositive 18-20) abbia dato risultati positivi in questo ambito, che dovranno essere confermati attraverso ulteriori sperimentazioni in classe.