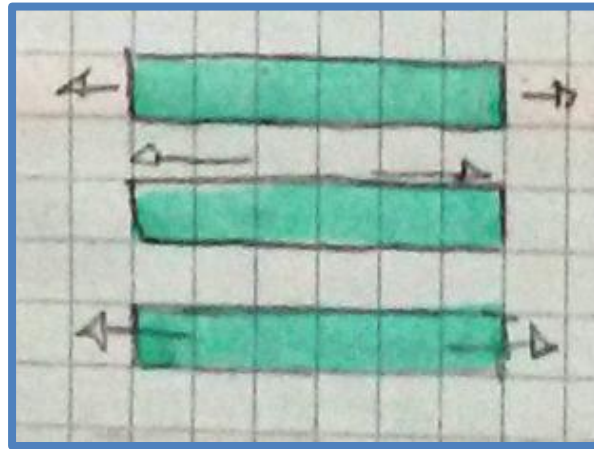


Istituto Comprensivo Rignano – Incisa Valdarno
Laboratorio del Sapere Scientifico

Che forza!

Percorso didattico sulle forze e sull'equilibrio



Scuola secondaria di primo grado di Rignano sull'Arno

Classi IIIA, IIIB e IIIC

Insegnanti: Ciabini Lucia, Rovai Elena

Collocazione del percorso effettuato nel curricolo verticale d'Istituto

Il percorso è stato svolto tra novembre e gennaio del terzo anno della scuola secondaria di primo grado, dopo il percorso sulla velocità.

Contemporaneamente, nella programmazione di Matematica è stata trattata la proporzionalità diretta e inversa; il concetto di proporzionalità e la relativa rappresentazione, infatti, costituiscono dei prerequisiti indispensabili per affrontare il percorso sulle forze.

La programmazione curricolare del terzo anno prevede i seguenti argomenti:

- La velocità
- **Le forze e l'equilibrio**
- Il peso specifico
- Il galleggiamento
- La riproduzione
- Argomento opzionale (se i tempi lo consentono)



Obiettivi essenziali di apprendimento

Dalle Indicazioni nazionali del 2012 per il nucleo *Fisica e chimica*

*Utilizzare i concetti fisici fondamentali quali: pressione, volume, velocità, **peso**, peso specifico, **forza**, temperatura, calore, carica elettrica, ecc., in varie situazioni di esperienza; in alcuni casi **raccogliere dati su variabili rilevanti di differenti fenomeni, trovarne relazioni quantitative ed esprimerle con rappresentazioni formali di tipo diverso. Realizzare esperienze.***

Altri obiettivi:

- Costruire operativamente la definizione di forza
- Classificare le deformazioni in elastiche e plastiche in base al comportamento degli oggetti sottoposti ad una forza
- Iniziare a rappresentare le forze con la notazione vettoriale
- Verificare con l'esperienza che il peso è una forza
- Ricavare sperimentalmente la legge di Hooke
- Descrivere, anche graficamente, la condizione di equilibrio in varie situazioni in cui agiscono forze



Elementi salienti dell'approccio metodologico

Il percorso è stato proposto a classi abituate a lavorare secondo la didattica laboratoriale in cinque fasi.

I concetti sono stati costruiti dopo una fase di riflessione e verbalizzazione scritta individuale, rispondendo a quesiti posti dall'insegnante; la docente ha poi moderato la discussione con la trascrizione sulla LIM degli interventi e delle ipotesi (corrette e non) degli alunni, per arrivare, dopo una discussione collettiva, alle conclusioni, alle definizioni, alle proprietà corrette e alle leggi matematiche che regolano il comportamento degli oggetti.

Le conclusioni raggiunte, condivise da tutti, sono state trascritte ed evidenziate sul quaderno di ogni ragazzo.



Materiali, apparecchi e strumenti utilizzati:

Materiali

Oggetti di uso comune e con diverse proprietà

Elastici da palestra

Molle

Un elastico comune

Carta millimetrata

Strumenti

Bilancia a due piatti con pesini

Dinamometri

Lavagna tradizionale e LIM per la discussione collettiva



Ambiente/i in cui è stato sviluppato il percorso:

Aula

Per le discussioni con l'utilizzo della LIM e per le fasi del percorso che non richiedevano l'utilizzo di strumenti di laboratorio.

Laboratorio didattico

Per tutte le esperienze pratiche con le molle e con la bilancia a due piatti.



Tempo impiegato:

All'interno del gruppo LSS

4 h per la condivisione delle attività e la discussione sulle difficoltà incontrate dalle insegnanti che svolgevano il percorso quasi in parallelo

Laboratorio didattico

8 h circa per le esperienze con le molle e le bilance e la rielaborazione dei dati ottenuti

Attività in aula

8 h circa per le attività che non prevedevano l'utilizzo di strumenti di laboratorio e per le verifiche intermedie e finali.



Sitografia e bibliografia

Tutte le attività sono state svolte seguendo la traccia del percorso del CIDI di Firenze: <https://cidifi.it/ricerche-didattiche/le-forze/>

Alcune esperienze sono state modificate o aggiunte discutendone all'interno dello stesso gruppo di ricerca.

Altre informazioni

Per facilitare lo studio, in particolare degli studenti che hanno ancora difficoltà a scrivere e copiare dalla lavagna, l'insegnante ha realizzato dispense (aggiornate dopo ogni lezione e condivise attraverso la bacheca del registro elettronico) in cui sono state riportate le conclusioni, le definizioni ottenute e alcune immagini significative relative alla parte sperimentale e alla discussione in classe.



Descrizione del percorso didattico

Lo sviluppo concettuale del percorso si può considerare articolato in diverse fasi, in ognuna delle quali è stato raggiunto un traguardo di conoscenze attraverso l'esperienza, il coinvolgimento individuale e la discussione collettiva:

1. Che cos'è una forza?
2. Confrontare e rappresentare le forze
3. Diversi tipi di deformazione
4. Il peso è una forza
5. Misuriamo le forze
6. Equilibrio... in tutte le situazioni



1. Che cos'è una forza?

In questa prima fase del percorso si vuole arrivare ad una definizione di forza, pur se non rigorosa, partendo dall'esperienza quotidiana dei ragazzi. Sono state poste, perciò, le seguenti domande:

- Cosa significa, secondo te, "fare forza?"
- Cosa significa "essere forti?"
- Cosa significa "essere il più forte?"
- Prova a scrivere cos'è una forza.

Discussione:
Fare forza significa ...
Matteo G: esercitare peso o potenza su un corpo
Gaio: pressare o spingere un oggetto
Cosimo: esercitare una pressione su un oggetto o una persona
Alessio: fare un movimento o un esercizio in cui si usa la potenza muscolare

LE FORZE

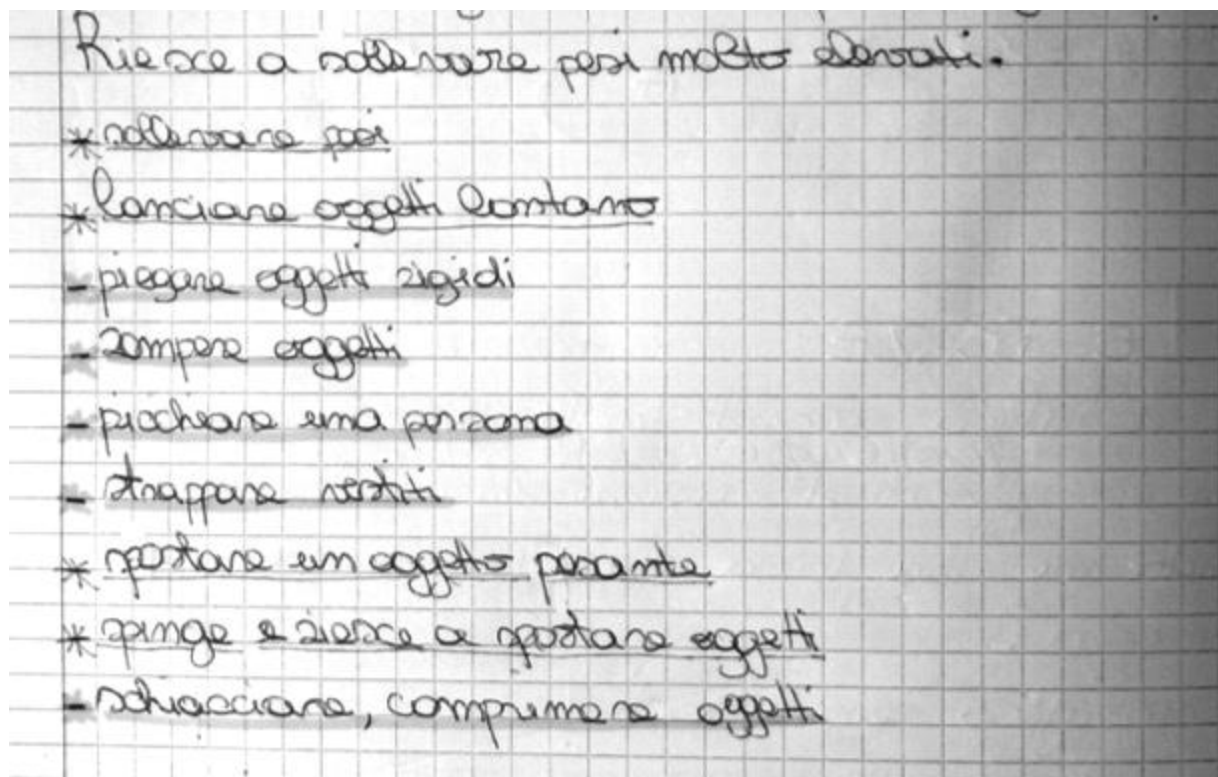
- 1 Cosa significa, secondo te, "fare forza"? Scrivi qualche esempio di situazione in cui "si fa forza". Secondo me "fare forza" significa fare potenza su qualcosa.
- 2 Cosa significa "essere forti"?
"Essere forti" significa avere più potenza nei muscoli.
- 3 Cosa significa "essere il più forte"?
"Essere il più forte" significa esercitare più potenza muscolare.
- 4 Prova a scrivere cos'è una FORZA.
La forza è l'energia che ti permette di esercitare potenza sul tuo corpo.

Ovviamente i ragazzi conoscono e utilizzano comunemente il termine “forza”, ma non possiedono le conoscenze scientifiche necessarie per poterne dare una definizione.

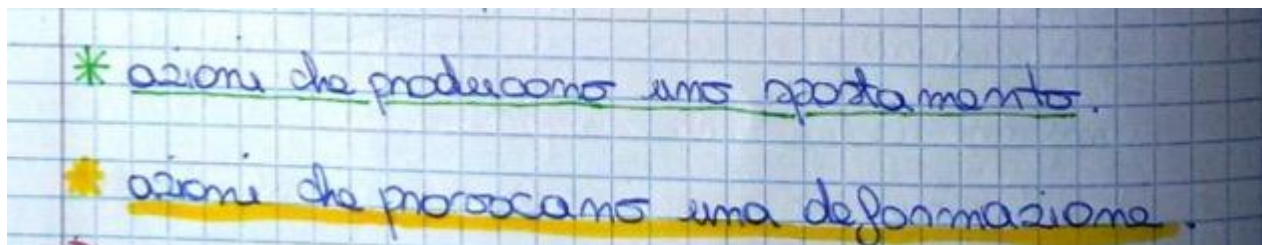
Dalla discussione vengono fuori termini come *potenza, energia, pressione, ...* che non consentono di andare verso la definizione operativa di forza.

Si pone, quindi, un'altra domanda, più semplice e diretta:

- *Che cosa riesce a fare una persona forte?*



Si individuano, quindi, i criteri per poter raggruppare le azioni proposte dai ragazzi in base agli effetti prodotti dal “fare forza”:

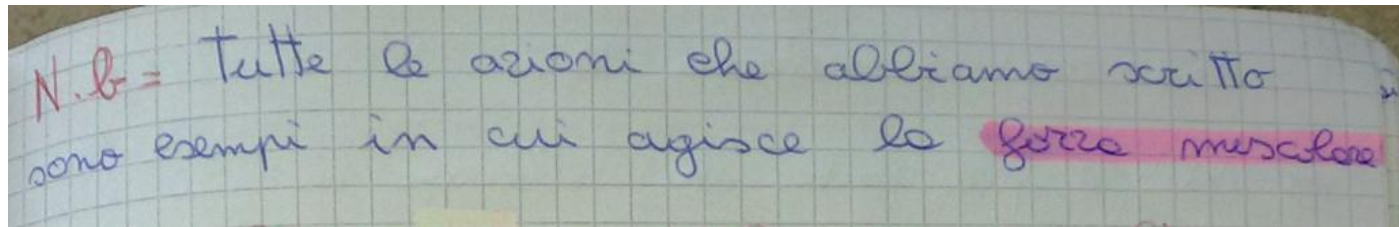


E proprio in base a questa discussione e a questi raggruppamenti, si dà la definizione di forza:

Def: si definisce forza qualunque azione in grado di provocare uno spostamento oppure una deformazione

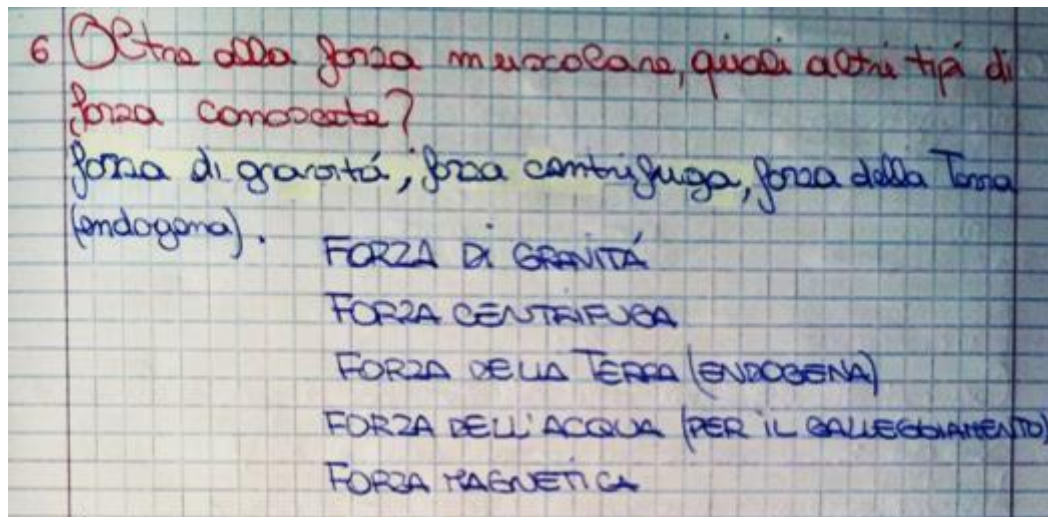
Rispetto a quella dei testi di fisica, la definizione a cui si è pervenuti è incompleta, manca l'aspetto del *variare lo stato di moto di un corpo*, ad esempio quando esso è già in movimento. Si ritiene comunque adeguata, in quanto è quella che gli alunni sono stati in grado di costruire in base alla loro esperienza.

A questo punto si fa notare che tutte le azioni proposte sono dovute alla forza muscolare:



N.b. = Tutte le azioni che abbiamo scritto sono esempi in cui agisce la **forza muscolare**

Si chiede ai ragazzi se conoscono altri tipi di forza:



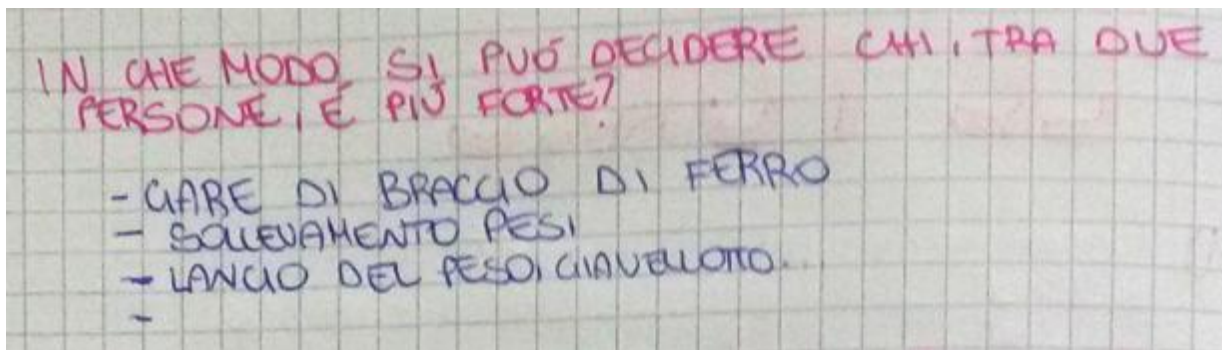
6 Oltre alla forza muscolare, quali altri tipi di forza conosci?
forza di gravità, forza centrifuga, forza della Terra (endogena).
FORZA DI GRAVITÀ
FORZA CENTRIFUGA
FORZA DELLA TERRA (ENDOGENA)
FORZA DELL'ACQUA (PER IL GALLEGGIAMENTO)
FORZA MAGNETICA

Ovviamente, della maggior parte di questi tipi di forza i ragazzi conoscono solo il nome, che hanno sentito in altri contesti o incontrato nello studio di altre discipline.

2. Confrontare e rappresentare le forze

Si pone, adesso, la domanda:

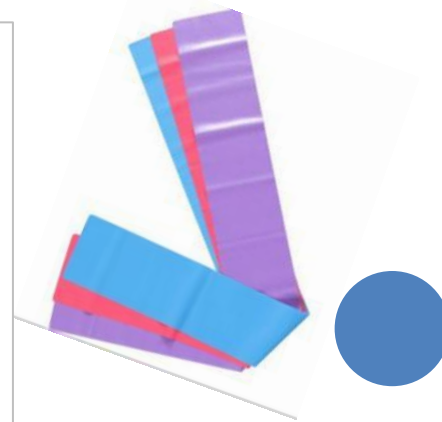
- *In che modo si può stabilire chi è il più forte, tra due persone?*



Vengono proposte, come atteso, come gare di lanci, sollevamenti, braccio di ferro, ... E' l'insegnante, a questo punto, che suggerisce l'utilizzo di elastici da palestra:

E UTILIZZANDO GLI ELASTICI DA PALESTRA?

- Chi lo tira di più
- Una forza applicata provoca un allungamento dell'elastico
- Si deve decidere come impugnarlo
- Vince chi produce l'allungamento maggiore



E' chiaro per tutti che vincerà chi produrrà l'ALLUNGAMENTO MAGGIORE, ma si devono stabilire delle condizioni, come in tutte le gare:

Discussione
Gaschi & C. 1) è più forte chi allunga di più
l'elastico
Giorgia: ... è anche chi lo trattiene di più!
Alessio: ... però deve essere lo stesso elastico
2) impugnato nello stesso modo

E' importante anche la durata!

Decidiamo le regole

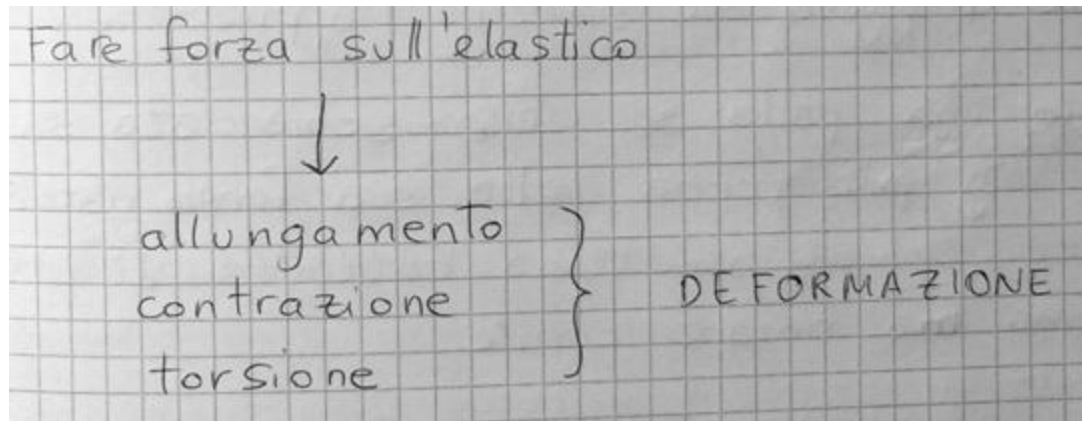
Nella discussione emerge anche l'importanza della durata. Essere forti, infatti, significa anche riuscire a mantenere l'allungamento dell'elastico per un tempo abbastanza lungo.





I ragazzi provano, a coppie, ad allungare più possibile gli elastici, sperimentando che l'effetto cambia anche in base all'impugnatura. Si chiede, quindi:

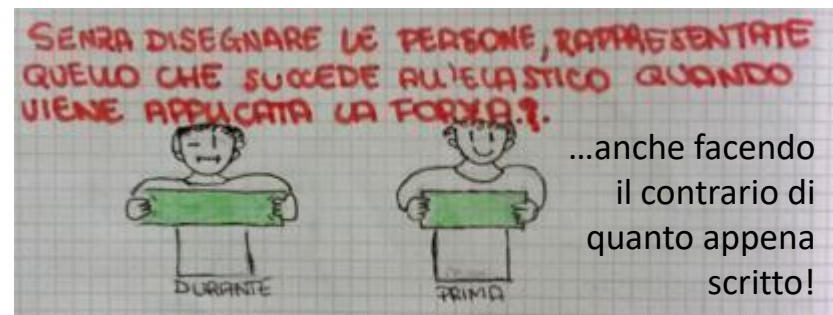
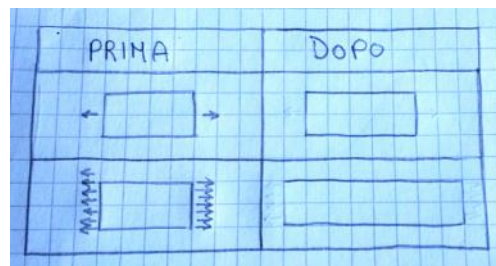
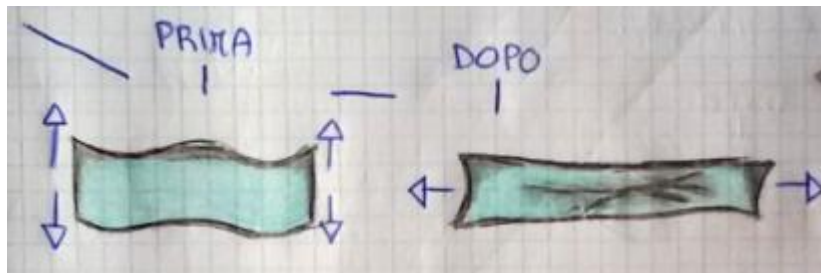
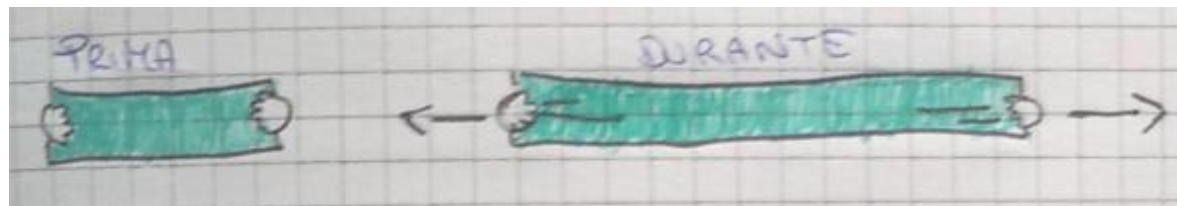
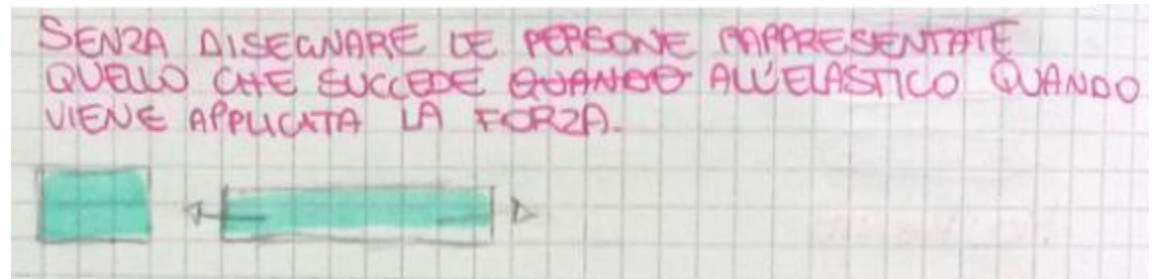
- *Che effetto ha avuto il vostro "fare forza" sull'elastico?*



In base a come si applicano le forze, si producono deformazioni diverse a cui sono stati dati i nomi corretti (**allungamento, contrazione o compressione, torsione**).

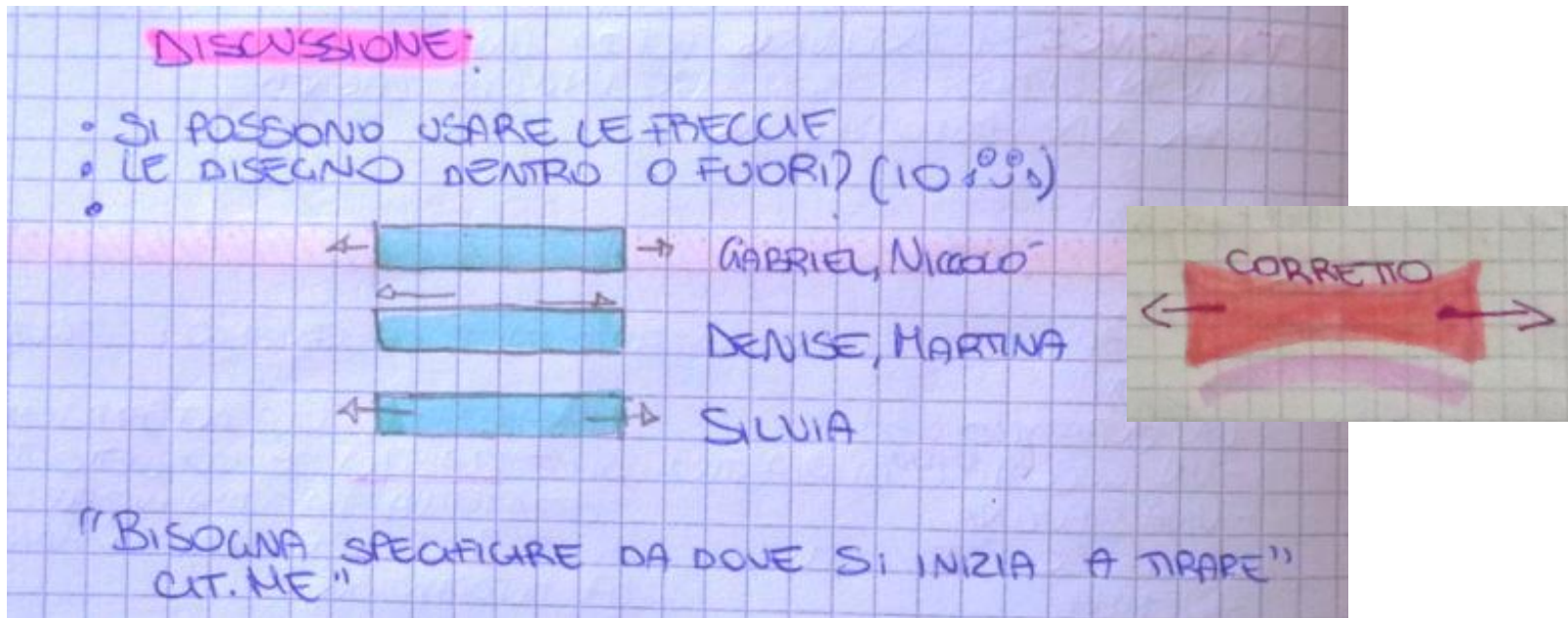


Dopo la manipolazione
 si chiede che ognuno,
 individualmente,
 rappresenti l'esperienza
 nel modo più
 schematico possibile:



...anche facendo
 il contrario di
 quanto appena
 scritto!

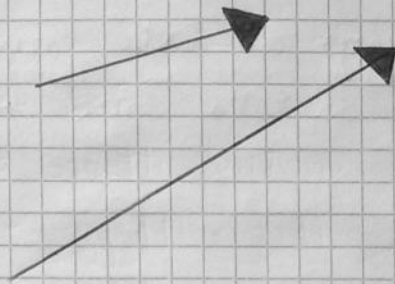
Con poche eccezioni, tutti scelgono spontaneamente le frecce per indicare le forze che agiscono. Nella discussione che segue, le rappresentazioni si riconducono essenzialmente a tre tipologie:



Pur accettando tutte le rappresentazioni proposte, si decide che il disegno di Silvia è il più corretto, perché tiene conto del punto di applicazione.



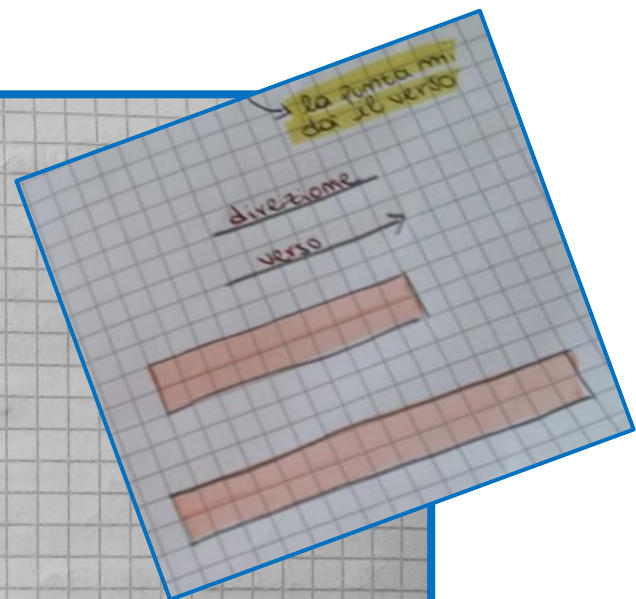
10) Rappresentazione schematica:



Quali informazioni dà una freccia?

- direzione (retta su cui giace)
- verso (punta della freccia)
- modulo, intensità (lunghezza della freccia)
- punto di applicazione (dove applico la forza)

Def: vettore: segmento orientato, caratterizzato dalle quattro caratteristiche sopra elencate.



Discutendo le informazioni contenute nella freccia, con particolare attenzione alla differenza tra direzione e verso (già incontrata a geometria e nel percorso sulla velocità) si introduce il concetto di **grandezza vettoriale**.



3. Diversi tipi di deformazione

Si chiede ora di osservare, descrivere e rappresentare l'applicazione di forze su una bottiglia di plastica e su una pallina di gomma:

DESCRIZIONE DELLA DEFORMAZIONE:

- BOTTIGLIA DI PLASTICA:
Se togli il tappo e compri la bottiglia, essa cambia molto forma; mentre se la lasci chiusa si deforma relativamente e tende a mantenere le sue forme, perché l'aria non fuoriesce.
- PALLINA DI GOMMA:
Per comprimere la pallina devo fare molta forza (più che con la bottiglia), e appena la lascio torna immediatamente alla sua forma originale.

con la bottiglia di plastica:

con la pallina di gomma:

Anche in questo caso non ci si aspetta che la rappresentazione vettoriale delle forze sia corretta, ma l'esperienza mette in evidenza un diverso comportamento dei due oggetti, in particolare quando si smette di applicare la forza.

Bottiglie chiuse.

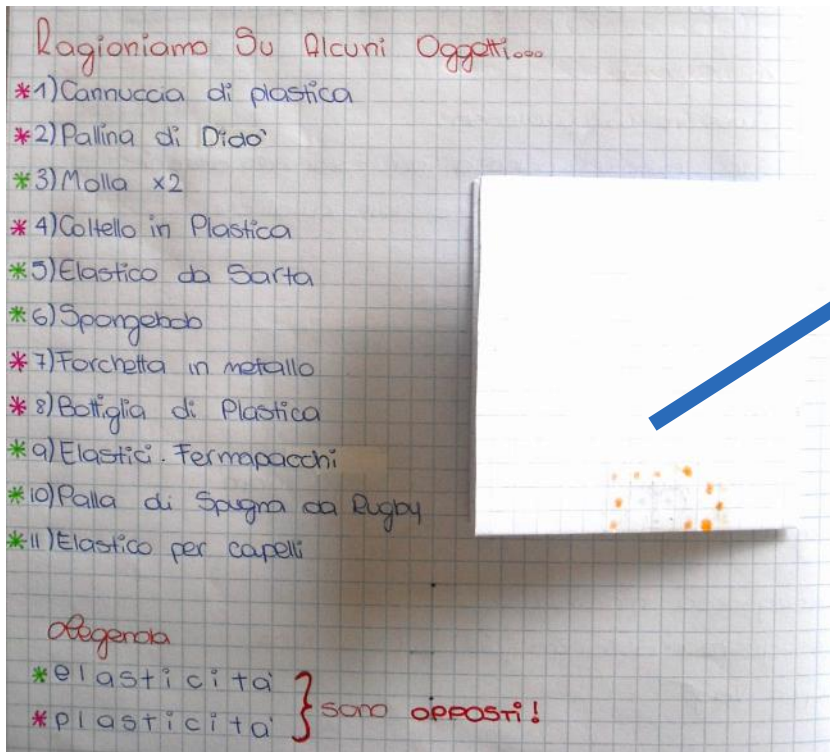
- APERTA.

PALLINA: PRIMA

DOPO

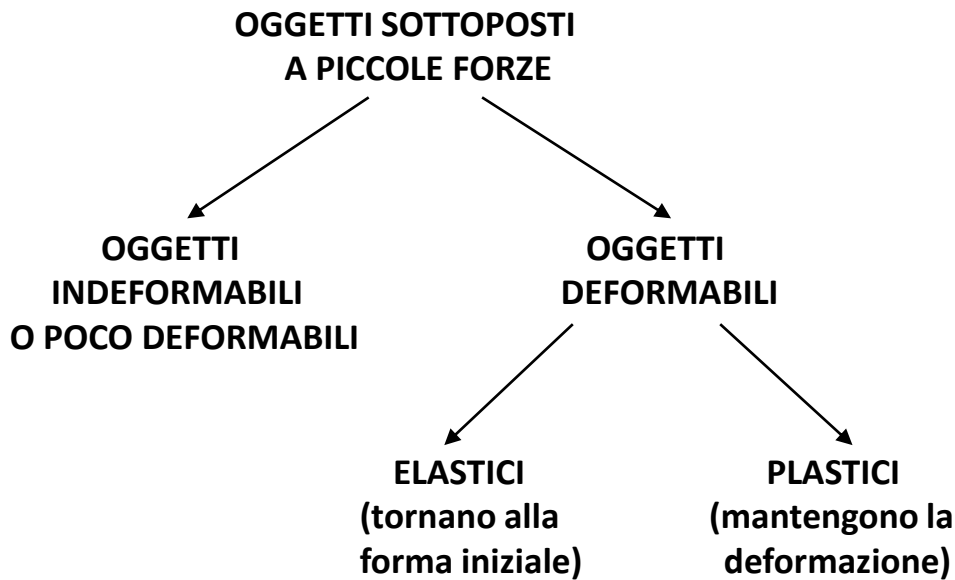


L'esperienza viene ripetuta, con la sola osservazione, su diversi oggetti portati dall'insegnante o presenti in classe:



Si chiede di assimilare il comportamento di ognuno di essi a quello della pallina o della bottiglia di plastica.





Per completezza si osservano anche alcuni oggetti rigidi (un appuntalapis in metallo ed un pezzo di legno) che, soggetti a manipolazione, non si modificano in modo evidente. Dopo una partecipata discussione collettiva, si arriva alla classificazione degli oggetti in **non deformabili** (o poco deformabili) e in **deformabili**.

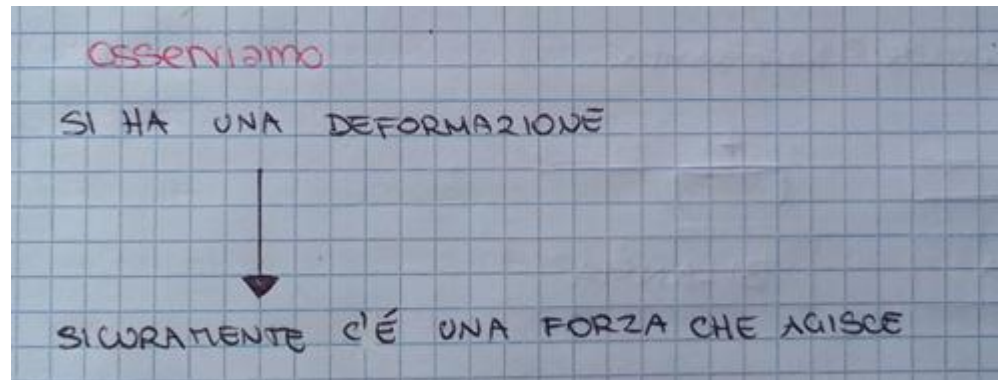
Gli oggetti deformabili vengono ulteriormente suddivisi in **elastici**, se tolta la forza recuperano la forma iniziale, oppure **plastici**, se tolta la forma mantengono la deformazione.

Tutti gli oggetti osservati sono **deformabili**, cioè cambiano forma quando su di essi agisce una forza.

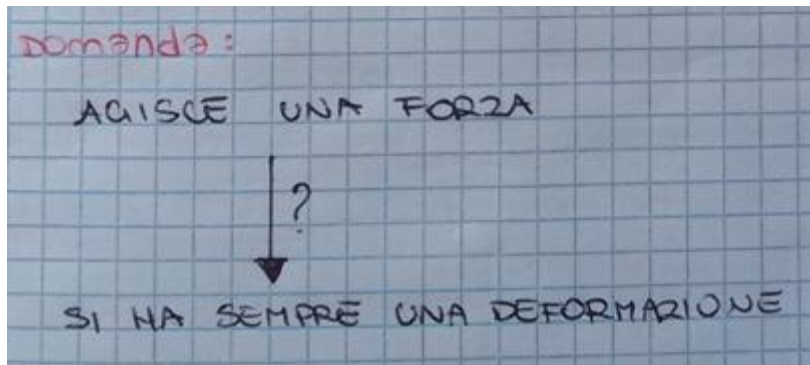
Gli oggetti del primo gruppo, però, tornano allo stato iniziale quando viene tolta la forza; oggetti di questo tipo si dicono **ELASTICI**.

Gli oggetti del secondo gruppo, invece, restano deformati anche quando si rimuove la forza; oggetti di questo tipo si dicono **PLASTICI**.

Sembra importante, a questo punto, soffermarsi sulla relazione di causa-effetto tra forza e deformazione. Sicuramente si può affermare che se c'è una deformazione, c'è una forza che agisce.



Si chiede, e si discute, se è sempre vero il contrario:



NO, infatti:
GIADA: se si alza un oggetto si sposta, ma non si deforma.
IRENE: la forza muscolare non riesce a deformare tutti gli oggetti, ad esempio piegare pezzo di ferro.
GABRIELE: è impossibile deformare un banana.
HATED D.: non si riesce a deformare un blocco di cemento.
LARO/ALESSIO: dipende dal tipo e dall'intensità della forza.

E si conclude, scrivendo tutti sul quaderno:

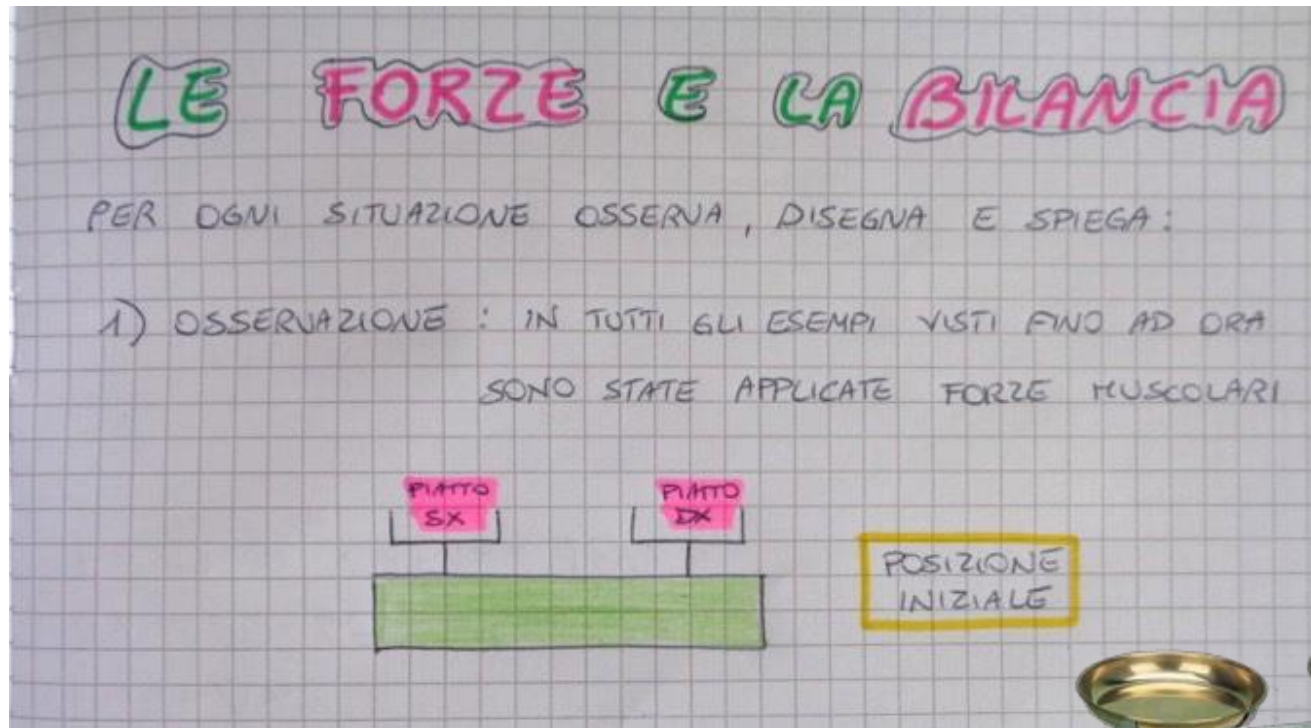
Alcuni oggetti, anche se soggetti a forze, non subiscono deformazione. Si può concludere che non sempre l'azione della forza produce una deformazione.*

* o, quantomeno, una deformazione visibile...



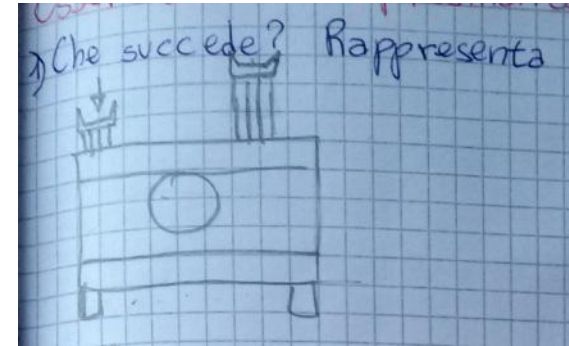
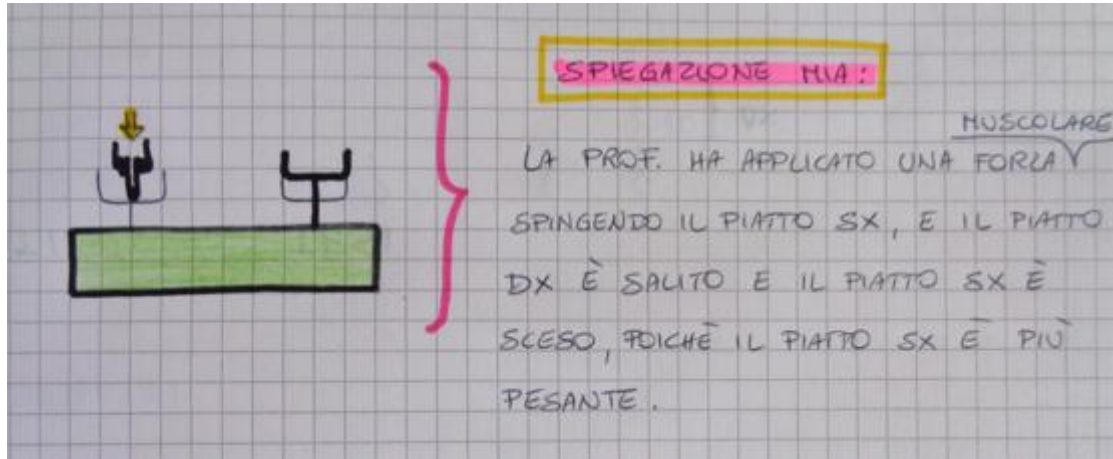
4. Il peso è una forza

Il percorso si sposta ora in laboratorio di scienze, dove si lavora con una bilancia a due piatti. L'insegnante propone diverse situazioni, per ognuna delle quali gli alunni sperimentano in prima persona, verbalizzano individualmente disegnando e descrivendo sul quaderno, per poi discutere alla LIM:



I situazione

Con un dito si fa forza su un piatto

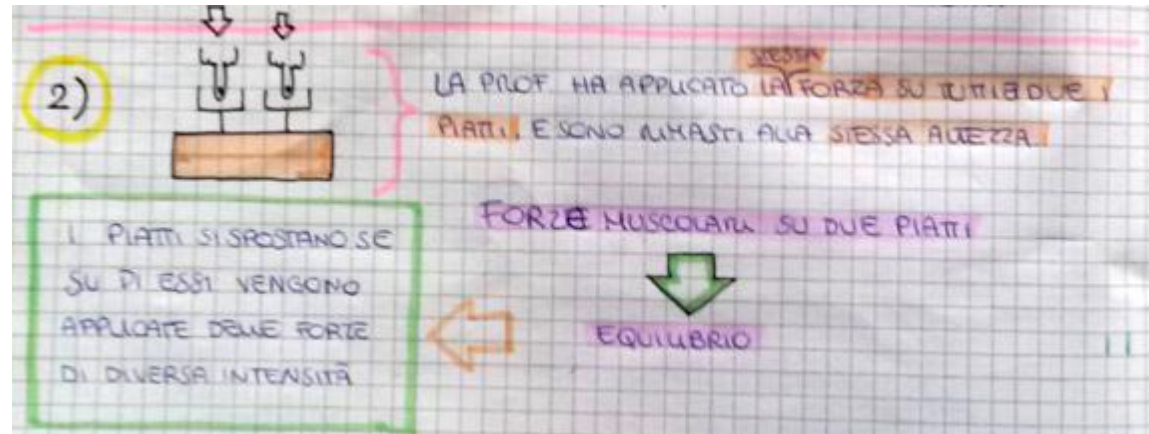


Con un dito (forza muscolare), si fa forza su uno dei piatti della bilancia che si abbassa. L'altro piatto, di conseguenza, si alza.

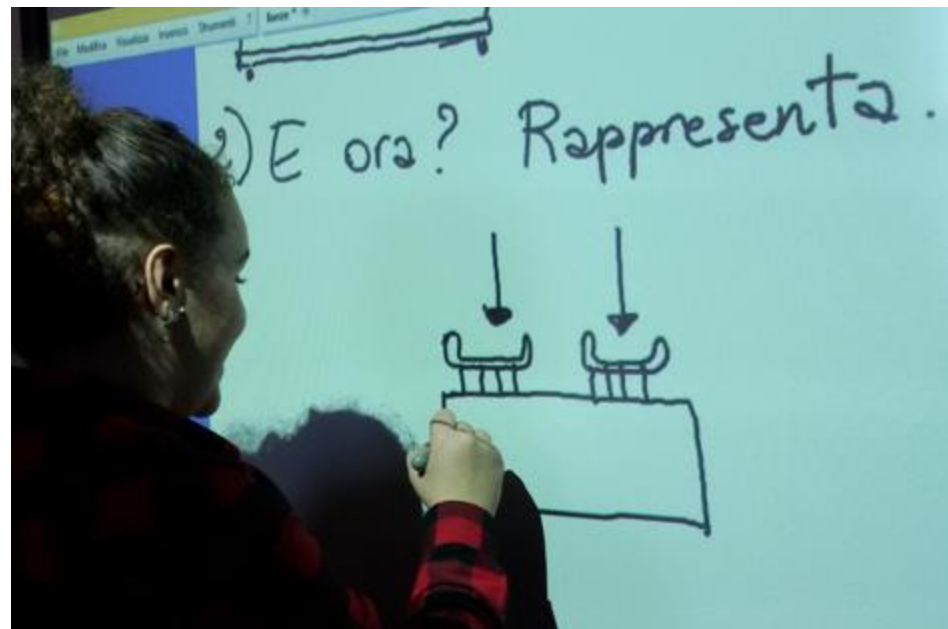


Il situazione

Si cerca di applicare la stessa forza su entrambi i piatti della bilancia

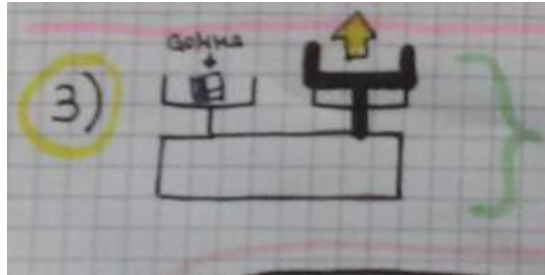


Mantenere la bilancia in equilibrio non è affatto semplice: se le forze applicate non sono identiche, i piatti si spostano...

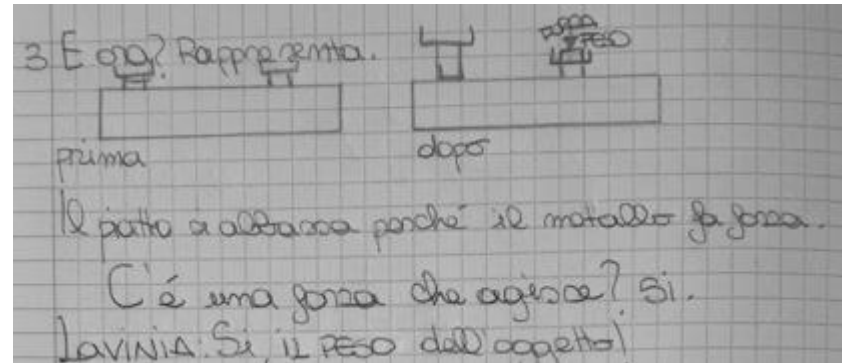
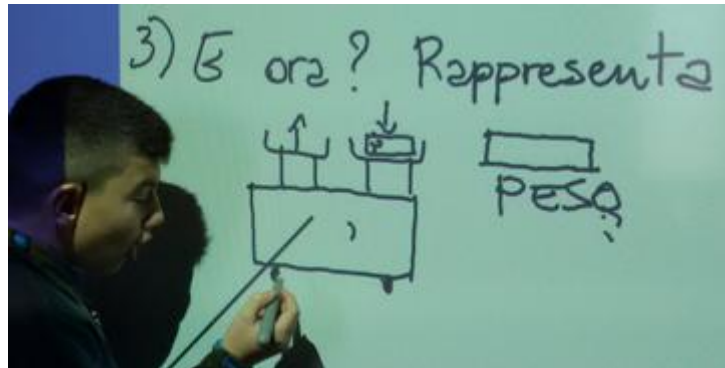


III situazione

Si appoggia un oggetto su uno dei due piatti della bilancia



*Il peso della gomma fa abbassare il piatto su cui è appoggiata.
Ricorda la situazione 1.*



Si nota che questa situazione ricorda, per gli effetti osservati e nella rappresentazione, la prima situazione. C'è una forza che agisce, e questa non può che essere il peso dell'oggetto. Da cui la conclusione, per niente banale, che:

IL PESO È UNA FORZA



IV situazione

Si equilibra il peso dell'oggetto precedente premendo sull'altro piatto con un dito.



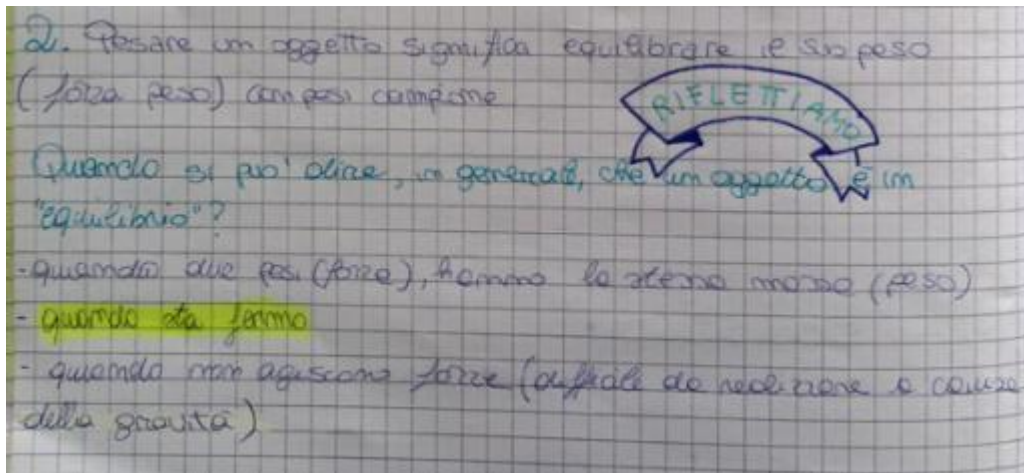
V situazione

Il peso dell'oggetto questa volta viene equilibrato con dei pesi-campione.



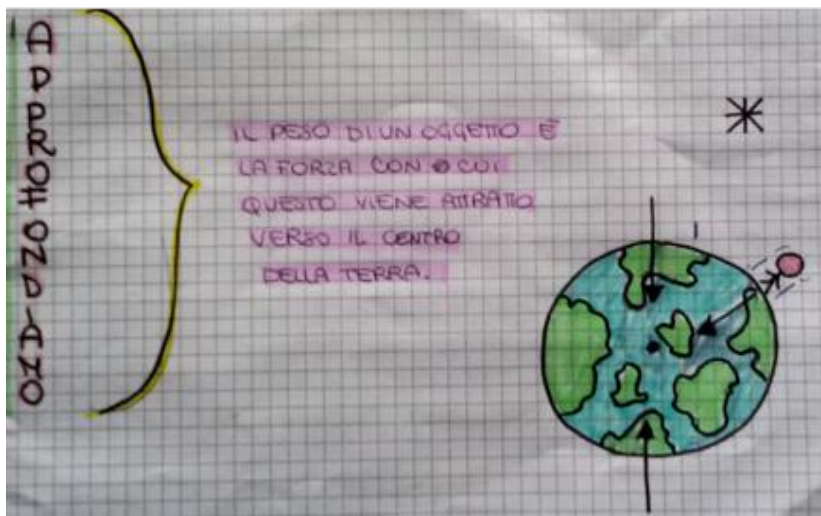
Si definisce **PESARE** l'operazione di equilibrare il peso sconosciuto di un oggetto con quello di pesi-campione.





Ci si sofferma sul concetto di **EQUILIBRIO**, che sarà ripreso più volte durante il percorso, e di importanza fondamentale. Si discutono le condizioni che possono verificarsi affinché un corpo possa dirsi in equilibrio:

- ✓ L'oggetto resta fermo
- ✓ Due oggetti (sulla bilancia) hanno lo stesso peso
- ✓ Sull'oggetto non agiscono forze (impossibile sulla Terra!)
- ✓ Le forze che agiscono si annullano



Nel corso della discussione viene spontaneo parlare della gravità, per cui, su richiesta degli alunni, si fa un piccolo approfondimento sul tema, accennando alla differenza tra massa e peso.



5. Misurare le forze

A questo punto del percorso abbiamo definito le forze e abbiamo imparato a confrontarle. Diventa importante trovare il modo di misurarle attraverso uno strumento semplice e adatto ad ogni tipo di forza. I ragazzi ricordano che una misura è espressa mediante un numero e un'unità di misura:



Aver utilizzato da poco la bilancia per misurare il peso degli oggetti, suggerisce giustamente l'utilizzo di questo strumento per misurare le forze in generale.



L'insegnante fa notare, però, che non è facile equilibrare forze che non siano pesi (tipo la forza muscolare, ad esempio...) e chiede se a qualcuno viene in mente un modo per costruire uno strumento utilizzando una molla:

• COSA SUCCEDDE SE SI ATTACCA UN PESO AD UNA MOLLA?
 La molla si allunga

• CONTINUA AD ALLUNGARSI ALL'INFINITO?
 No, ad un certo punto raggiunge l'equilibrio

• OSSERVA, DISEGNA E RAPPRESENTA LE FORZE

EQUILIBRIO (STA FERMO!)
 $P = F_e$
 (PESO DELL'OGGETTO) → P
 (FORZA ELASTICA DELLA MOLLA) ↓ F_e

1 La molla è a riposo.

2 Si attacca un peso.

Il Sistema è in equilibrio? Quali forze agiscono?
 Prova a disegnarle.
 Sì, il sistema è in equilibrio e su di esso agiscono due forze, la forza peso e la forza della molla.
 $F_e = \text{forza di richiamo elastico}$

Attraverso domande sul comportamento delle molle e la successiva discussione si arriva a concludere che l'equilibrio si raggiunge quando il peso dell'oggetto appeso è equilibrato dalla forza con cui la molla lo richiama verso l'alto. Per quanto la condizione di equilibrio sembrasse chiara a tutti, sono molti i ragazzi che non hanno rappresentato correttamente le forze con frecce di uguale lunghezza.



Costruiamo, quindi, uno strumento con un supporto, una molla ed una scala graduata:



Si posiziona la molla sul supporto...



...nel frattempo si disegna una scala graduata su carta millimetrata e si colloca sull'asta...



...stando attenti che, a riposo, il punto che si prende come riferimento per l'allungamento della molla sia sullo zero!



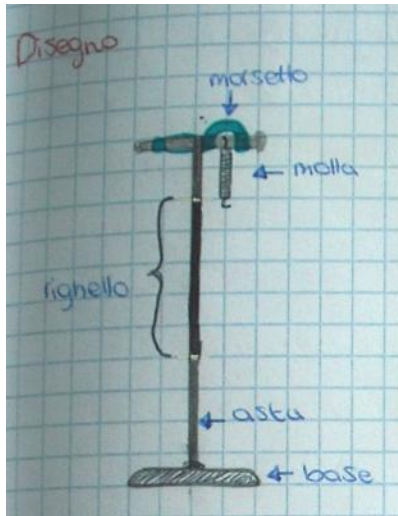


Si attaccano alla molla vari pesi noti, misurando ogni volta, con cura, l'allungamento corrispondente

I dati raccolti vengono annotati su una tabella sul quaderno

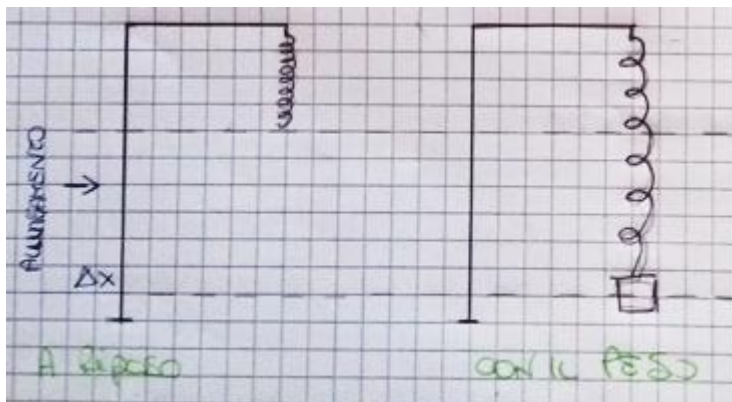


In questo lavoro i ragazzi, a gruppi, hanno lavorato con due tipi di molle, diverse per lunghezza, sezione, numero di spire e durezza, in modo che potessero raccogliere e confrontare misure differenti:



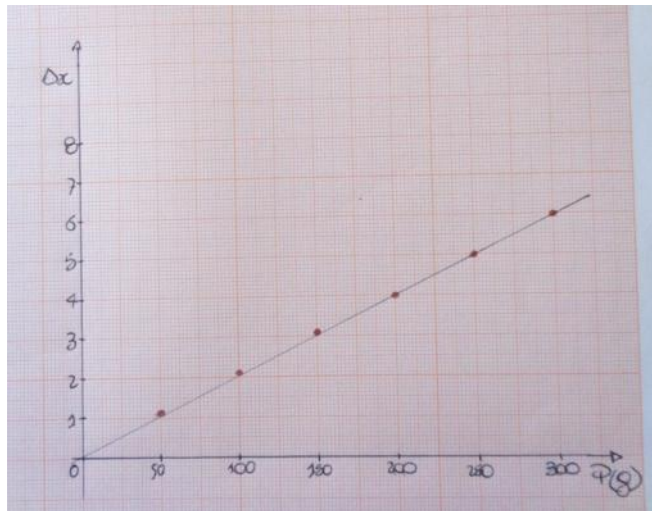
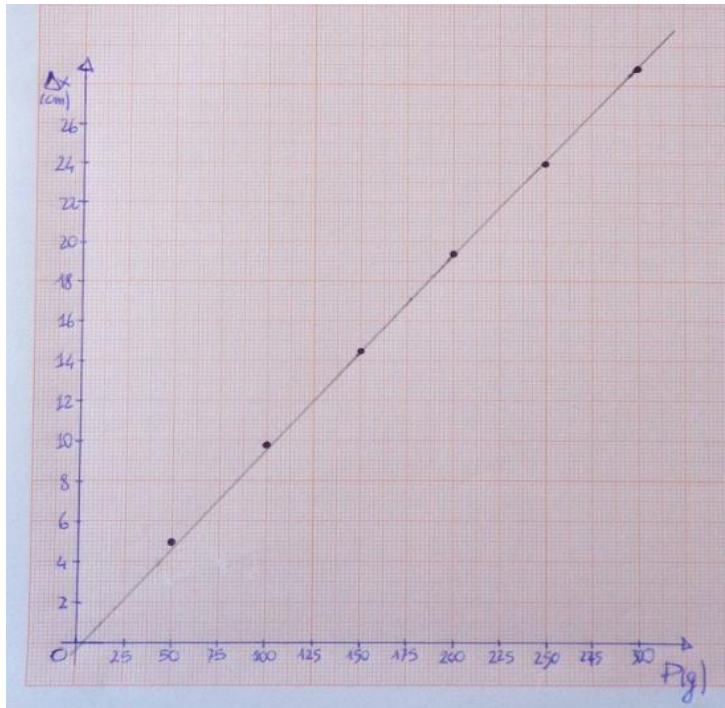
P (gp)	Δx (cm)
25	2,5 cm
75	7 cm
125	11 cm
175	15 cm
225	19 cm

MASSA IN G	Δx IN CM.
50	4,8
100	9,8
150	14,5
200	19,4
250	24
300	28,94



Peso (kg)	Δx (cm)
50	1,1
100	2,1
150	3,1
200	4
250	5
300	6





Ogni alunno, individualmente, ha costruito il grafico dell'allungamento in funzione del peso applicato. Come d'abitudine, sono stati prima discussi e condivisi i criteri per realizzare il grafico:

- Poiché si sceglieva il peso (variabile indipendente), questo doveva essere riportato sull'asse x.
- L'allungamento misurato di conseguenza (variabile dipendente) doveva essere riportato sull'asse y.
- Si fissa anche un'opportuna scala per le x (1 cm = 25 g) e per le y (1 cm = 1 o 2 cm)



- DOMANDE
- QUAL È IL GRAFICO DI Δx VS P DI UNA MOLLA?
- CHE SONO I TRE DI LORO (LE DUE GRANDEZZE)?
- RETTA PASSANTE DALL'ORIGINE.
- SONO DIRETTAMENTE PROPORZIONALI

Si ottiene una retta passante per l'origine

↓

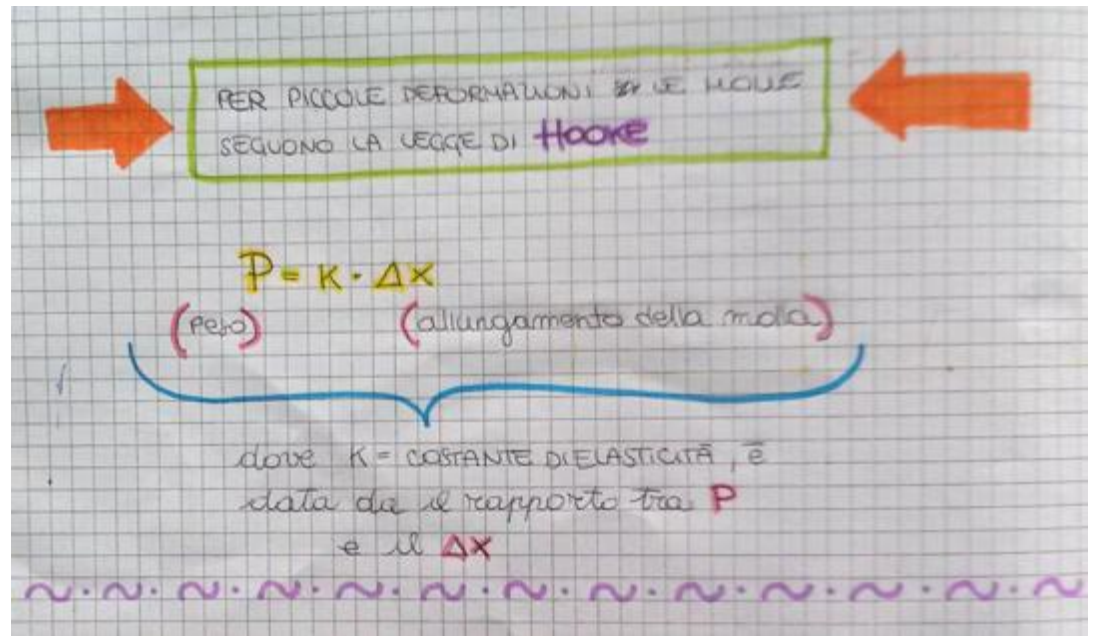
PROPORZIONALITÀ DIRETTA

Conclusioni:
L'allungamento Δx è direttamente proporzionale al peso P , per questo le molle possono essere utilizzate per costruire uno strumento di misura delle forze.

La costruzione del grafico e la successiva discussione offre un'utile occasione di vedere la matematica applicata alle scienze.

- Si commenta il fatto che i dati suggeriscano una relazione lineare tra le due grandezze, ma essendo sperimentali si devono fare i conti con gli errori (di costruzione, di lettura, ...)
- Ci si sofferma anche sul fatto che, proprio in virtù di questa relazione di proporzionalità diretta, le molle sono alla base della costruzione dei dinamometri, gli strumenti principali per misurare le forze.

La legge di Hooke, dalla storia alla tecnologia



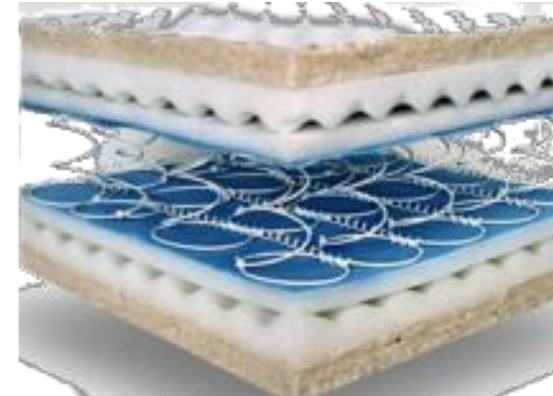
La relazione di proporzionalità osservata viene tradotta in formula.

Si ritiene utile e interessante, quando possibile, fare dei riferimenti storici: Robert Hooke è stato uno dei protagonisti della rivoluzione scientifica. Tra le tante scoperte e invenzioni che si devono a lui, la costruzione delle molle e la descrizione della legge che ne regola il funzionamento è una delle più semplici e ancora utilizzate.

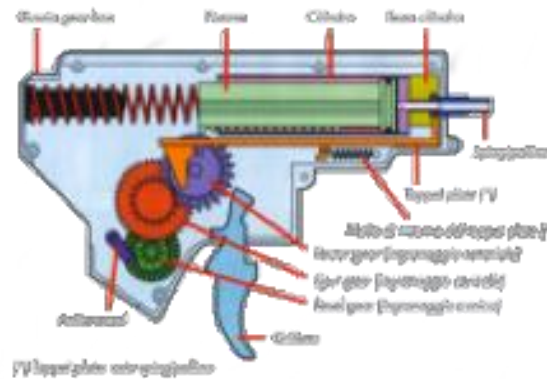
Le molle si trovano in molti oggetti di uso comune. Dopo aver fatto una ricerca su internet, si discute con i ragazzi il fatto che, nella maggior parte di questi, le molle servono a rendere più fluido o confortevole il movimento, e funzionano per **compressione**.



Penne a sfera



Materassi a molle



Pistole



Bilancia meccanica



Ammortizzatori di automobili e motorini



Come abbiamo imparato a matematica, se due grandezze sono direttamente proporzionali, il loro rapporto è costante.

Si chiede, quindi, di calcolare il rapporto $P/\Delta x$ verificando che, a meno dell'errore sperimentale, per ogni molla il valore che si ottiene è sempre lo stesso.

$k = P/\Delta x$

10,2
10,2
10,3
10,3
10,4
10,3

P (g)	Δx (cm)	$k = \frac{P}{\Delta x}$
50	1	50
100	2,1	50
150	3	50
200	4	50
250	5	50

Riflettiamo sul significato di k:

Come è possibile verificare anche dalla stessa manipolazione delle molle, a parità di peso applicato l'allungamento è maggiore nelle molle più morbide, per cui si ottiene un valore di k più piccolo.

OSSERVIAMO:

molla morbida: $k = 10,3 \text{ gP/cm}$
 $P = 10,3 \cdot \Delta x$

molla rigida: $k = 50 \text{ gP/cm}$
 $P = 50 \cdot \Delta x$

Conclusione:

maggiore è il valore di k, maggiore è la durezza della molla



Legge di Hooke (Robert Hooke, 1635 – 1703)

Per piccole deformazioni l'allungamento di un corpo elastico è direttamente proporzionale alla forza applicata:

$$F = k \cdot \Delta x$$

F = forza applicata (peso, nel nostro caso)

Δx = allungamento subito dalla molla = $l_f - l_i$ (differenza tra lunghezza finale e lunghezza iniziale)

k = costante elastica, tipica del materiale e della forma; sarà tanto maggiore quanto più resistente (dura) è la molla

In altre parole, il rapporto tra la forza applicata e l'allungamento della molla è costante:

$$\frac{F}{\Delta x} = k$$

Strumento di misura e unità di misura delle forze

La semplice dipendenza tra forza applicata ed allungamento di una molla ha consentito di costruire lo strumento di misura della forza, il **dinamometro**, costituito essenzialmente da una molla ed una scala graduata tarata.

L'**unità di misura** della forza nel sistema internazionale è il Newton (**N**); per i nostri scopi risulta più pratico l'utilizzo del **grammo-peso (g_p)**, cioè il peso corrispondente ad una massa di un grammo. Di conseguenza la costante elastica di una molla, sarà espressa in g_p/cm o in Kg_p/m .



A seconda delle forze che si devono misurare sono disponibili dinamometri con diversa sensibilità e portata.

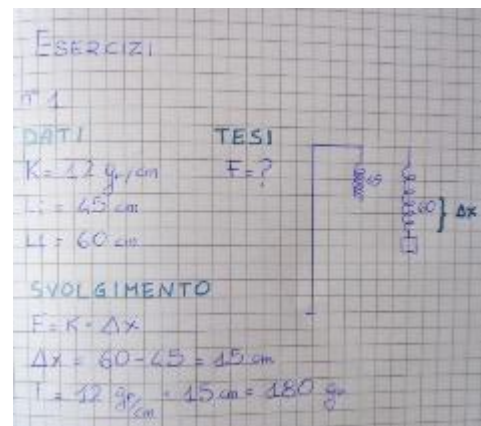


Per completare il discorso si fanno vedere dei dinamometri presenti in laboratorio di scienze, dicendo che questi non sono altro che una versione più “evoluta” degli strumenti che hanno costruito i ragazzi, in cui la scala degli allungamenti è stata sostituita con quella dei pesi corrispondenti. Per facilitare lo studio si fornisce una breve sintesi, in cui il simbolo del peso (P) è sostituito con il più generico simbolo della forza (F).

Qualche esercizio per rinforzare gli apprendimenti ...

Esercizi

1. Una molla disposta verticalmente, è caratterizzata da una costante elastica di 12 g/cm e una lunghezza a riposo di 45 cm . Dopo che le si applica una forza verticale, la sua lunghezza totale diventa di 60 cm . Calcola l'intensità della forza applicata.
2. Una molla è caratterizzata da una costante elastica pari a 6 g/cm . Se le viene applicata una forza peso pari a 300 g secondo la direzione dell'asse della molla la sua lunghezza finale è di 42 cm . Calcola la sua lunghezza a riposo.
3. Una molla, disposta verticalmente, ha una lunghezza a riposo di 20 cm . Dopo che le si applica una forza verticale di 250 g la sua lunghezza totale diventa 22 cm . Calcola la costante elastica della molla.
4. Una molla ha lunghezza a riposo pari a $16,5 \text{ cm}$. Appendendole una massa di 865 g , la molla si allunga raggiungendo la lunghezza finale di $19,7 \text{ cm}$. Calcola la costante elastica della molla.



I problemi sono semplici e riferiti a situazioni sperimentate in laboratorio, ma non per tutti risulta semplice usare il concetto di “allungamento”, soprattutto quando si è trattato di ricavare la lunghezza finale o quella iniziale dalle formule inverse.

... anche dalle prove Invalsi!

In questo caso la difficoltà è dovuta soprattutto al fatto che la legge di Hooke è formulata in modo diverso da quello visto in classe. La soluzione è stata data attraverso una discussione collettiva, prima escludendo le soluzioni C. e D., poi ragionando sulla relazione tra durezza e allungamento: una molla più dura produce un allungamento minore, quindi la soluzione sarà A.

5. Invalsi : PN 2011

D17. La formula $L = L_0 + K \times P$ esprime la lunghezza L di una molla al variare del peso P applicato. L_0 rappresenta la lunghezza in centimetri “a riposo” della molla; K indica di quanto si allunga in centimetri la molla quando le si applica una unità di peso.

Quale delle formule elencate si adatta meglio alla seguente descrizione:

“È una molla molto corta e molto dura (cioè molto resistente alla trazione)”?

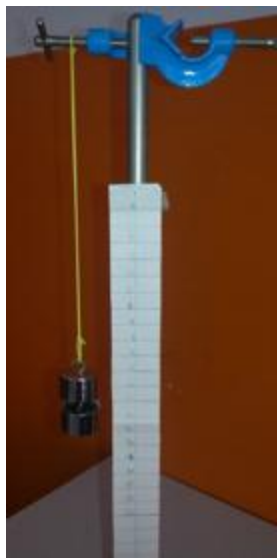
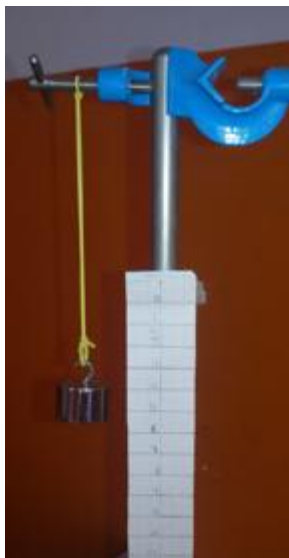
- A. $L = 10 + 0,5 \times P$
- B. $L = 10 + 7 \times P$
- C. $L = 80 + 0,5 \times P$
- D. $L = 80 + 7 \times P$

Elastici... senza costante elastica



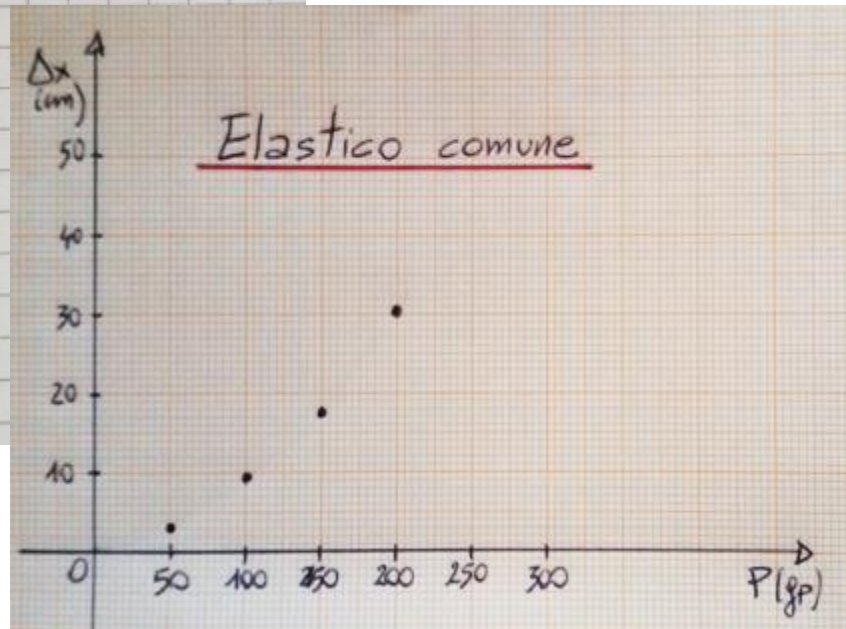
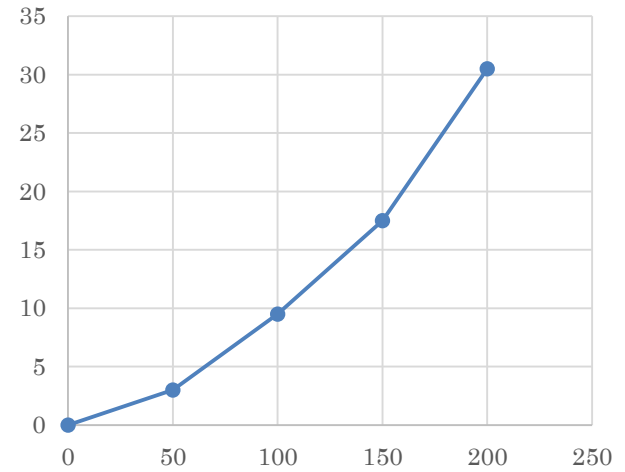
Abbiamo ripetuto l'esperimento utilizzando, al posto delle molle, un comune elastico.

Anche in questo caso abbiamo posizionato la scala graduata facendo corrispondere lo 0 con la posizione a riposo. Abbiamo, poi, misurato l'allungamento prodotto da pesi noti sull'elastico.



Con un comune elastico...

$P(g_p)$	$\Delta x (cm)$
50	3
100	9,5
150	17,5
200	30,5
250	/
300	/



I punti del grafico non appartengono ad una retta passante per l'origine, né ad altre curve note...



6. Equilibrio... in tutte le situazioni

E' il momento di riprendere la condizione di equilibrio incontrata con la bilancia e con le molle, per poter poi interpretare altre situazioni.

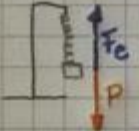
Si procede per domande e discussioni collettive:

- *Cosa succede se attachiamo un oggetto ad una molla? Perché?*



EQUILIBRIO

1) Abbiamo visto questa situazione:



Cosa succede se attachiamo un oggetto ad una molla?
Perché?

- la molla si allunga ad un certo punto si equilibra

Risposta: La molla si allunga finché il peso dell'oggetto non è equilibrata dalla forza elastica della molla

⇒ il sistema è in equilibrio perché su di esso agiscono due forze uguali ed opposte.

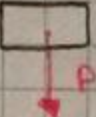
**Forze
uguali e
opposte**



- Cosa succede se solleviamo in aria un oggetto e si lascia la presa?
Perché?

2) Che cosa succede se si prende un oggetto sospeso in aria e si lascia la presa? Perché?

- L'oggetto cade a terra perché agisce la forza peso



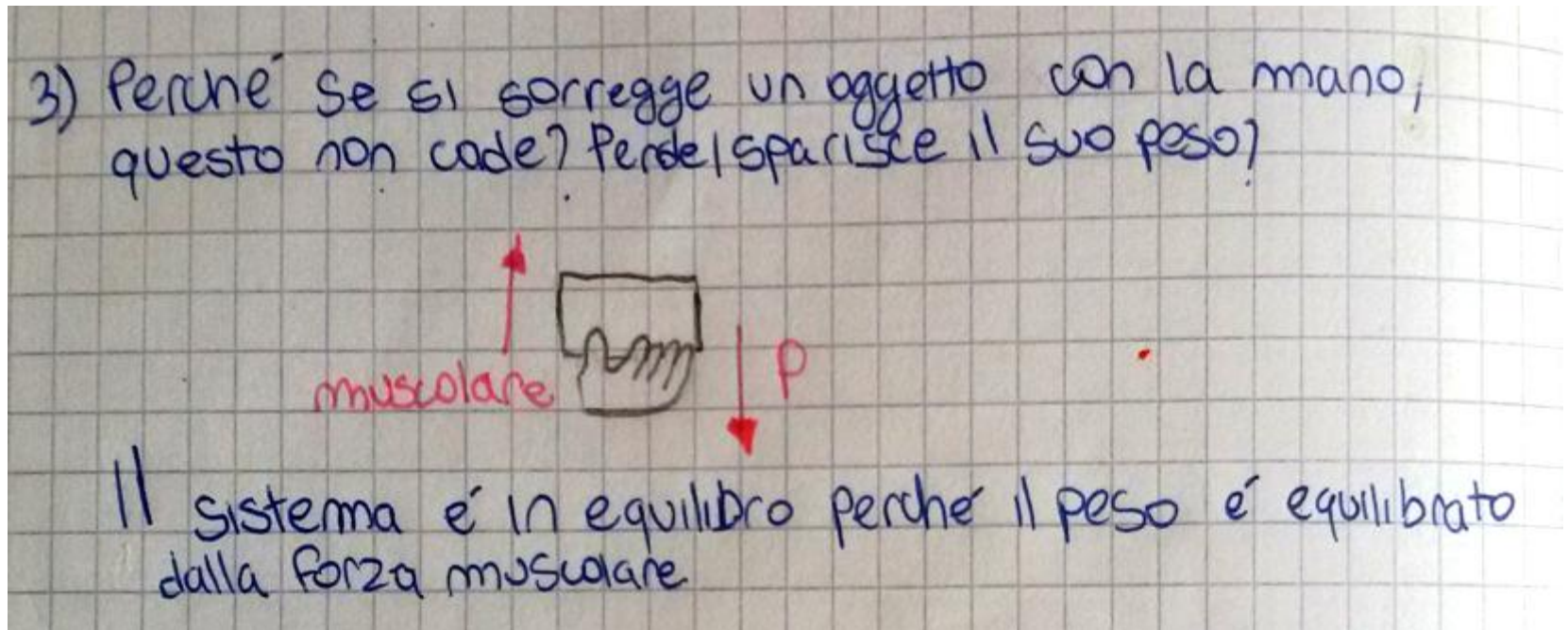
Conclusione collettiva:
Cade perché su di esso agisce la forza peso che lo fa spostare verso il basso.
Mentre cade il sistema non è in equilibrio.

I ragazzi non hanno difficoltà a dire che la forza peso porta l'oggetto verso il basso, fino al pavimento.

Si discute e si scrive che, mentre si muove, l'oggetto non è in equilibrio.



- Perché se sorreggiamo un oggetto con la mano, questo non cade?

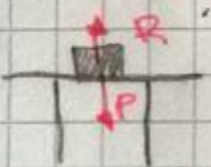


Nessuno ha difficoltà ad individuare la forza muscolare che agisce in modo uguale e contrario, equilibrando il peso dell'oggetto, che quindi resta fermo.



- Osserva un oggetto appoggiato su un banco. E' in equilibrio?
- Perché non cade?

4) Osserva un oggetto appoggiato su un banco. È in equilibrio?
Perché non cade?



reazione vincolare

Conclusione collettiva:
L'oggetto è in equilibrio, sta fermo, quindi il banco esercita una forza uguale e contraria al peso del corpo. Questa forza, quindi, varia al variare del peso degli oggetti.



Anche in questo caso, la maggior parte degli alunni interpreta correttamente la situazione: se l'oggetto è fermo, il suo peso è equilibrato da una forza uguale e contraria esercitata dal banco.

Non è facile, però, capire che il banco risponde con una forza diversa a seconda del peso dell'oggetto, ma non sembra opportuno andare ad indagare le cause microscopiche...

Piuttosto è sembrato importante discutere e verificare il fatto che la reazione vincolare dipende dalla resistenza (intesa propriamente come resistenza meccanica) del materiale con cui sono costruiti banchi, pavimenti, ...

La resistenza del foglio di carta assorbente è sufficiente per tenere in equilibrio un pezzo di polistirolo...



... ma non un blocco di metallo!



Verifiche degli apprendimenti

Tipologie impiegate

Sono state effettuate alcune prove in itinere per verificare la progressiva acquisizione dei concetti e la capacità di lavorare sui grafici cartesiani (anche nei compiti di matematica). Alla fine del percorso è stata, poi, somministrata una verifica sommativa contenente domande aperte sui concetti discussi e quesiti relativi alle diverse situazioni sperimentali affrontate durante il percorso. Quando possibile, si è chiesto di spiegare la risposta; la capacità di argomentare, infatti, è considerata uno degli obiettivi principali dei percorsi scientifici per valutare l'effettiva comprensione dei concetti e l'acquisizione del linguaggio specifico.

Una valutazione è stata data anche al quaderno di lavoro, alla sua completezza, alla correttezza e alla puntualità con cui sono stati svolti i compiti assegnati.



Alunno Classe Data

1) RISPONDI:

1.A CHE COS'È UNA FORZA?

1.B QUANDO È CHE UNA DEFORMAZIONE SI DEFINISCE "PLASTICA"? QUANDO SI DEFINISCE ELASTICA? FAI ALCUNI ESEMPLI.

1.C COME SI CHIAMA LO STRUMENTO PRINCIPALE PER MISURARE LE FORZE? COME È FATTO?

2) OSSERVA LA SEGUENTE FIGURA E RISPONDI SUL FOGLIO:



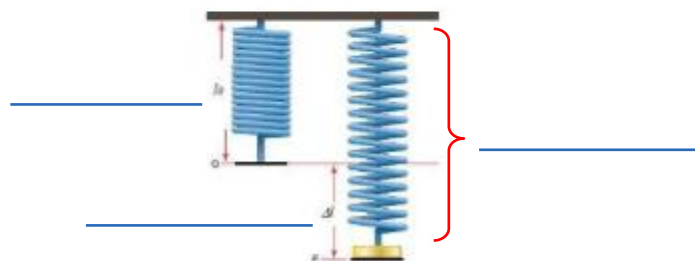
- QUANDO SI PUÒ DIRE CHE LA BILANCIA È "IN EQUILIBRIO"?
- QUALI SONO LE FORZE IN PRESENTI? RISPONDI E RAPPRESENTALE NEL DISEGNO.
- QUANTO PESA L'OGGETTO SUL PIATTO?

3) QUALI SONO L'INTENSITÀ, LA DIREZIONE ED IL VERSO DELLA FORZA OPPOSTA DA UN TAVOLO AD UN OGGETTO APPOGGIATO SU DI ESSO (FERMO!) E DI PESO PARI A 700 G_p? RAPPRESENTA SUL DISEGNO.

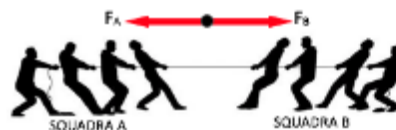


4) UNA MOLLA HA LUNGHEZZA A RIPOSO PARI A 6 cm. APPENDENDOLE UN PESO DI 520 g_p, LA MOLLA SI ALLUNGA RAGGIUNGENDO LA LUNGHEZZA FINALE DI 13 cm.

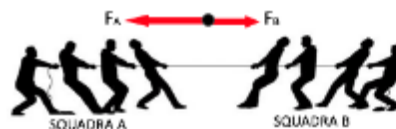
- COMPLETA LA DIDASCALIA E DISEGNA LE FORZE PRESENTI.
- CALCOLA L'ALLUNGAMENTO DELLA MOLLA.
- CALCOLA LA COSTANTE ELASTICA DELLA MOLLA.



5)



CHI STA VINCENDO?
LA FUNE SI SPOSTA? DA CHE PARTE?
SPIEGA



CHI STA VINCENDO?
LA FUNE SI SPOSTA? DA CHE PARTE?
SPIEGA

Risultati ottenuti

La verifica ha avuto un esito positivo. Tre alunni hanno riportato un'insufficienza lieve (5) che hanno recuperato con una verifica orale. Tutti i ragazzi hanno partecipato attivamente alle lezioni in classe, soprattutto alle esperienze pratiche in laboratorio dove si sono messi in evidenza alunni che, pur non avendo un buon rapporto con lo studio, sono dotati di ottime capacità manuali. Valutazioni molto alte sono state ottenute dagli alunni che hanno consolidato le conoscenze costruite a scuola con un adeguato studio a casa, curando particolarmente il quaderno di lavoro e il lessico.



Valutazione dell'efficacia del percorso didattico sperimentato

L'intero percorso si basa sull'esperienza diretta degli alunni, sia per quanto riguarda la riflessione su situazioni legate alla quotidianità (ad esempio nella costruzione delle definizioni di forza e di deformazioni elastiche e plastiche), sia per l'utilizzo di dati sperimentali raccolti ed elaborati in laboratorio (ad esempio per ricavare la legge di Hooke). Questo ha numerosi vantaggi:

- si registra un significativo coinvolgimento di tutti i ragazzi;
 - la matematica viene utilizzata come strumento utile per ricavare informazioni e legata a contesti concreti;
 - il concetto di equilibrio sperimentato con l'utilizzo della bilancia a due piatti ha reso più comprensibili e concreti gli esercizi svolti quasi contemporaneamente sulle equazioni;
 - alcune indicazioni per la realizzazione dei grafici possono essere generalizzate e utilizzate in altri percorsi di Fisica e non solo.
- 