

PERCORSO DIDATTICO SULLE FORZE E SUL PESO

Gruppo di sperimentazione e ricerca del

CIDI di Firenze

Il percorso didattico che di seguito proponiamo, vuole essere un primo approccio al problema delle forze e si pone lo scopo di familiarizzare lo studente con i procedimenti e le definizioni operative di grandezze e fenomeni fisici. È quindi necessario che lo studente diventi parte attiva di questo processo, non nel senso che deve eseguire degli esperimenti già preconfezionati all'interno dei quali si trovano forniti materiali, procedimenti e risultati da verificare, ma nel senso di una partecipazione attiva ad un percorso che, nel caso delle forze, lo porti a sviluppare un'idea coerente di forza e di misurazione della forza.

Per fare ciò è però necessario considerare anche le conoscenze di senso comune che possiedono i ragazzi, che sono frutto dell'esperienza quotidiana e che, altrimenti, difficilmente possono essere superate a favore di conoscenze scientificamente fondate. Si deve quindi operare affinché gli studenti evolvano dalle loro "preconcezioni" verso concezioni accreditate, e non dalle preconcezioni alle "misconcezioni".

Il percorso è stato sviluppato per gli studenti della scuola media pensando ad un primo approccio alla misurazione della forza, coinvolgendo fondamentalmente il problema della deformazione ma anche quello della forza peso e dell'equilibrio. E' chiaro che al termine di un simile percorso gli studenti non avranno sistematizzato tutte le problematiche riguardanti la forza, ad esempio il rapporto fra forza e creazione di movimento, ma è necessario calibrare gli argomenti da proporre ai ragazzi anche in base alla loro maturazione. Alcuni temi devono quindi essere rinviati a età successive piuttosto che cadere nell'illusione che fornire "qualche nozione" sia meglio del non dire niente: il problema della forza e del movimento può essere accennato, ma troverà una più adeguata sistemazione nella scuola secondaria.

D'altra parte affinché gli studenti facciano propri gli argomenti proposti è necessario molto tempo: non si può pensare che questi processi siano rapidi o accelerati fornendo delle nozioni già formalizzate. Tenendo conto degli importanti momenti di rielaborazione

personale scritta e delle discussioni collettive, e supponendo di disporre di due ore la settimana, il percorso proposto richiede circa due mesi. Questo, considerando che nella scuola media non c'è solo la fisica nell'insegnamento delle scienze, riduce il numero di argomenti che è possibile trattare, ma ciò non può che essere considerato positivamente in quanto va contro a una concezione che vede predominante una sorta di enciclopedismo che si realizza attraverso la presentazione di argomenti estremamente formalizzati e che ha come conseguenza il nozionismo.

Si tratta, in altre parole, di sviluppare un percorso di tipo più qualitativo, non allo scopo di semplificare i concetti, ma per sistematizzare dei fenomeni presenti nella vita quotidiana, che vengono normalmente visti senza essere realmente "osservati", e di preparare quindi le basi per percorsi di tipo più quantitativo.

1. CHE COS'È UNA FORZA?

Chiediamo agli studenti di rispondere alla seguente domanda:

“Che cosa riesce a fare una persona forte”?

oppure, in alternativa:

“Scrivi esempi di situazioni in cui si fa forza”

Tipicamente gli alunni proporranno azioni tipo rompere, piegare, spostare, sollevare, ... Si chiederà, quindi, di individuare i criteri per raggruppare le loro proposte in base agli effetti prodotti dalla forza applicata; questi, in genere, saranno riconducibili a situazioni in cui gli oggetti o le persone vengono spostati o alterati nella forma.

Nel corso della discussione collettiva si avrà cura di sottolineare, anche riproducendo alcuni semplici casi, che l'azione di una forza nell'esperienza comune è legata principalmente a questi due effetti: produzione di movimento e deformazione. I ragazzi potrebbero fare riferimento anche a un colpo di testa, a un pallone calciato al volo, a una schiacciata nel gioco della pallavolo, ... facendo emergere, così, l'aspetto della variazione dello stato di moto. Queste osservazioni fanno intuire una prima definizione di forza a cui si arriverà dopo aver sperimentato alcune situazioni proposte qui di seguito.

Da questo punto in poi, però, si lavorerà soprattutto sui legami fra forze e deformazioni per arrivare al confronto, alla rappresentazione intuitiva e alla misurazione operativa della forza. La formalizzazione del legame tra forza e movimento, soprattutto per quanto riguarda il cambiamento dello stato di moto o di quiete di un corpo, è rimandato ai corsi successivi, quando si potrà pervenire a una definizione di forza più completa e corretta.

Gli esempi riportati dagli alunni saranno necessariamente riconducibili alla forza muscolare. Si può chiedere a questo punto, senza approfondire troppo la questione, se conoscono altri tipi di forza (anche solo per sentito dire) e stilare un elenco con i contributi di tutti.

2. RAPPRESENTARE E CONFRONTARE LE FORZE

Chiediamo: “Come si fa a stabilire chi è il più forte tra due persone?”

Probabilmente i ragazzi proporranno gare di braccio di ferro, sollevamento pesi o tiro alla fune; qualcuno potrebbe proporre di prendere degli estensori o degli elastici da palestra, altrimenti sarà l'insegnante a suggerirlo.

Confrontiamo quindi le forze muscolari per mezzo di estensori o di elastici da palestra.

Se si utilizzano elastici da palestra se ne possono dare di diversa elasticità senza dirlo e chiedere ai ragazzi di passarseli. Gli elastici da palestra, nel loro utilizzo, fanno sorgere subito varie questioni importanti su cui riflettere, per cui in questa fase del percorso sono da preferire.

Dopo che gli studenti hanno manipolato per un po' di tempo degli elastici, chiediamo loro:

“In quale modo lo strumento può essere utilizzato per confrontare le forze muscolari dei vari ragazzi?”

Diranno di misurare l'allungamento dell'oggetto.

Saranno tutti d'accordo nel dire che l'elastico deve essere lo stesso per tutti, che l'impugnatura dell'elastico deve essere la stessa per tutti, che il modo di tirare le due estremità deve essere stabilito e rispettato da tutti, e che soltanto a queste condizioni ha senso misurare l'allungamento per effettuare confronti. Si induce così a riflettere subito sul fatto che la deformazione prodotta dal “fare forza” dipende non solo da quanto è grande la forza applicata, ma anche da altri fattori quali il punto in cui è applicata e il modo con cui è applicata.

Dopo che tutti i ragazzi hanno fatto forza sull'elastico, chiediamo loro:

“Il vostro fare forza sullo strumento che effetti ha avuto?”

Gli studenti realizzano che il “fare forza” determina un allungamento dell’oggetto, cioè una deformazione, e intuiscono che esiste una relazione quantitativa tra l’allungamento dell’elastico e il “fare forza”.

Chiediamo ora di *applicare forze in punti diversi dell’elastico e in modi diversi e chiediamo di osservare gli effetti prodotti.*

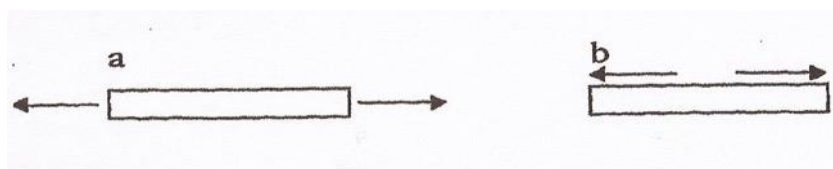
La deformazione, in questo caso l’allungamento dell’estensore o dell’elastico, è quindi l’effetto fondamentale del “fare forza” e si manifesta con una grande evidenza la relazione fra le forze applicate e gli allungamenti misurati. E’ prematuro a questo punto parlare di proporzionalità fra forza e allungamento in quanto, se si sono usati degli elastici, questa proporzionalità non sussiste, mentre sussisterebbe se avessimo usato degli estensori (molle di metallo); l’esperienza con gli elastici resta comunque significativa.

Rimandiamo la questione della proporzionalità tra forza e allungamento a quando si costruirà il dinamometro.

E’ interessante chiedere anche di *rappresentare schematicamente le forze che hanno esercitato sugli elastici (senza rappresentare le persone o parti di esse) producendone l’allungamento.*

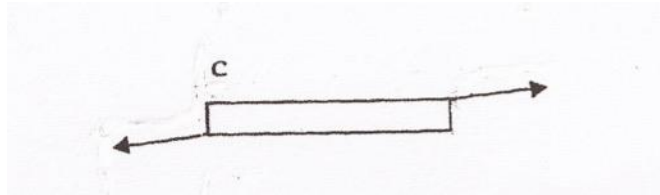
Verrà spontaneo rappresentare le forze con delle frecce, e si potrà discutere sul significato da dare alle diverse parti della freccia.

In figura sono riportate alcune delle rappresentazioni fornite dai ragazzi in passate esperienze:

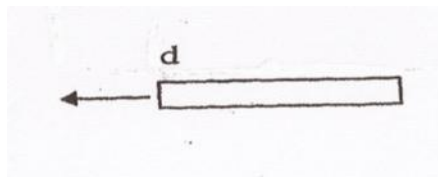


Le figure *a* e *b* rappresentano l’allungamento degli estensori o degli elastici tirando con entrambe le mani. L’insegnante può proporre anche situazioni diverse, tipo quella

rappresentata nella figura c (allungamento prodotto tirando gli elastici da due estremità opposte):



La figura d rappresenta, per alcuni studenti, l'allungamento degli estensori o degli elastici con una sola mano, dopo aver fissato un estremo di questi alla parete:



In quest'ultimo caso è presente una sola freccia, quella della forza dovuta alla mano che tira, in quanto alcuni studenti ritengono che la capacità di esercitare una forza sia caratteristica dei soli uomini o degli animali, ma non degli oggetti inanimati.

L'allungamento di estensori o di elastici prodotto da due studenti, nel caso in cui uno stia fermo, (si comporti da "parete"), e l'altro tiri, può aiutare a chiarire questo punto.

Riflettiamo sulle loro rappresentazioni, mettiamole a confronto e cerchiamo di correggere.

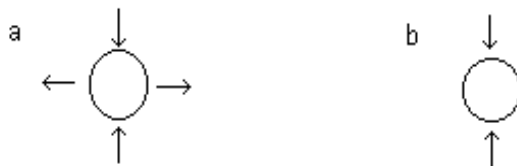
Anche se nelle loro rappresentazioni gli studenti non terranno conto né dei punti di applicazione né della lunghezza delle frecce utilizzate per rappresentare le forze, si può già introdurre il termine "vettore" e fare assieme ai ragazzi alcune semplici osservazioni su direzione, verso, modulo e punto di applicazione.

3. DEFORMAZIONI ELASTICHE E PLASTICHE

Chiediamo ora agli studenti di fare forza, nel modo che preferiscono, su oggetti diversi dall'elastico, in particolare su una pallina di plastilina e su una pallina di gomma (oppure oggetti dal comportamento analogo), e di osservare gli effetti prodotti. Si chieda, anche in questo caso, di rappresentare le forze che agiscono.

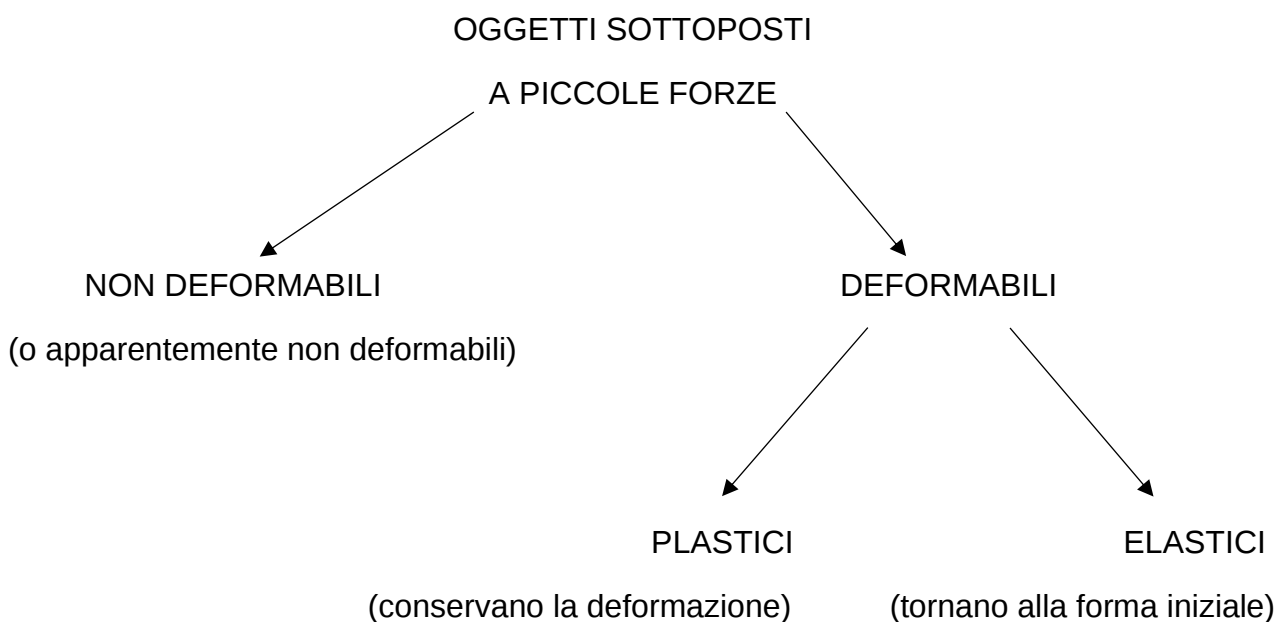
Dovrebbe essere evidente per tutti che i due oggetti, sottoposti all'azione di una forza, subiscono una deformazione.

Nella successiva figura sono riportate alcune rappresentazioni fornite dagli studenti. Mentre la figura *b* rappresenta le forze in gioco nella situazione sperimentata, la figura *a* rappresenta con le stesse frecce anche le deformazioni prodotte a seguito dello schiacciamento.



Anche in questo caso cerchiamo di riflettere sulle loro rappresentazioni delle forze applicate. Ragioniamo soprattutto sulle differenze tra le due situazioni: i ragazzi concluderanno facilmente che, tolta la forza, la plastilina mantiene la deformazione (comportamento plastico), mentre la pallina di gomma recupera la forma iniziale (comportamento elastico).

Proponiamo ora di applicare “piccole” forze a vari oggetti, tra cui almeno una molla, limitandosi alla sola osservazione. Si chiederà di assimilare il comportamento di ogni oggetto a quello della bottiglia o della pallina. Per completezza si utilizzeranno anche oggetti duri che, almeno apparentemente, non si deformano. Dalla discussione collettiva si costruirà uno schema del tipo:



A questo punto chiediamo di nuovo:

“Le deformazioni osservate a che cosa sono dovute?”

Gli studenti risponderanno che ogni volta che si ha una deformazione, c'è una forza che agisce (qualcuno o qualcosa che fa forza).

Facciamo poi la seguente domanda:

“Se ogni volta che vi è una deformazione vi è una forza, si può anche dire che ogni volta che agisce una forza è sempre visibile una deformazione?”

Gli studenti molto probabilmente, ripensando anche all'esperienza precedente, arriveranno da soli a comprendere che non vale la relazione inversa, ma se non sono convinti chiediamo loro di *fare forza contro oggetti, quali il muro, il tavolo, ecc.*

Dopo questa esperienza confermeranno che sotto l'azione di una forza, vi sono oggetti che sembrano non subire nessun effetto, né deformazione, né movimento¹.

(Del resto si sa che colpendo con maggior forza, o con oggetti appuntiti come chiodi e martello, è possibile deformare anche tavoli e muri).

A questo punto si potrebbe tornare a esplorare il legame che c'è fra forza e creazione di movimento, ma tale percorso non è facile e può dar luogo a fraintendimenti. Ad esempio consideriamo il caso semplice del tiro alla fune.

FA <-----> FB

Le due forze sono uguali e contrarie, non solo quando il sistema è in equilibrio, ma anche quando, contrariamente all'intuizione di senso comune, una squadra determina uno spostamento del sistema a velocità costante in un verso. Sembrerebbe quindi ragionevole

¹ Ma non dobbiamo dimenticare anche di chiederci per quanto tempo ha agito una forza. Il tempo di azione delle forze è infatti molto importante e può influenzare il comportamento di oggetti e materiali. Un chiaro esempio ci viene dalla geologia. Le masse rocciose infatti, sottoposte per tempi lunghissimi all'azione delle forze geologiche, anche se in un primo tempo sembrano non subire né deformazione né movimento, accumulano tensione ed energia fino a rompersi, cioè fratturarsi. Quando una roccia si frattura significa che è stato raggiunto il suo carico di rottura, che è caratteristico di ogni materiale. Il repentino spostamento che ne consegue genera onde sismiche e terremoti.

rimandare lo studio di tale argomento alla scuola secondaria. Se si decide di proporre questa situazione, magari su suggerimento degli stessi alunni, si assuma che le due squadre rimangano ferme e che nella gara si sposti solo la corda.

A questo punto, sulla base delle esperienze fatte e ripensando anche alla discussione iniziale del percorso, si può arrivare ad una definizione di forza del tipo:

Si definisce forza una qualunque causa in grado di produrre una deformazione oppure uno spostamento.

Oppure:

Si definisce forza una qualunque causa in grado di cambiare lo stato di moto o di quiete di un corpo oppure di produrre una deformazione.

In ogni caso, come già detto in precedenza, si rimanda alla scuola secondaria di secondo grado il completamento e la comprensione profonda della definizione.

4. SUL CONCETTO DI PESO E SULL'EQUILIBRIO

Prendiamo una bilancia a due piatti. Chiediamo agli studenti di rappresentare sul quaderno ognuna delle situazioni proposte.

4a. Dopo aver spinto con un dito su un piatto chiediamo agli studenti di *spiegare perché il piatto si è abbassato*.

Ripetiamo lo stesso esperimento con l'altro piatto.

4b. Dopo aver spinto con due dita, con la stessa intensità, su entrambi i piatti chiediamo agli studenti di *spiegare come mai la bilancia non si muove*.

Gli studenti devono comprendere che il dito che spinge esercita una forza sul piatto, e che l'abbassamento del piatto ne è l'effetto.

Gli studenti devono arrivare a comprendere che quando le forze esercitate sui due piatti sono uguali, i due piatti rimangono fermi e la bilancia si dice “in equilibrio”.

Tutti devono provare questa esperienza e cercare di raggiungere l’equilibrio tra i piatti della bilancia; si renderanno conto anche di quanto sia difficile con le forze muscolari raggiungere questa situazione.

4c. Prendiamo di nuovo una bilancia a piatti e riproduciamo le situazioni precedenti con oggetti.

Chiediamo agli studenti di *spiegare come mai, se si appoggia un oggetto su un piatto, questo si abbassa*. E’ importante che ogni studente provi individualmente e riesca a cogliere l’analogia con la prima delle due situazioni precedenti: l’effetto prodotto dall’oggetto è lo stesso del dito che preme sul piatto, evidentemente c’è una forza che agisce e questa non può che essere il peso stesso dell’oggetto (si parla infatti di forza-peso). Si conclude, quindi, che:

Il peso è una forza

4d. Si equilibri, poi, il peso dell’oggetto prima premendo con un dito sull’altro piatto, poi con dei pesi noti. Questa ultima situazione consente di riprendere il lavoro sul peso e sulla bilancia a bracci uguali (indispensabile prerequisito), rinforzando l’idea che l’operazione di *pesare* consiste nell’equilibrare il peso incognito di un oggetto qualsiasi con quello di pesi-campione.

Bisogna porre molta attenzione alle generalizzazioni fatte dagli studenti, perché se è vero che probabilmente molti coglieranno la relazione fra forza e peso riportando il peso alla forza, è anche vero che qualcuno potrebbe spingersi avanti e affermare che “se i pesi sono forze allora anche le forze sono pesi”.

Concludendo, l’uso della bilancia a piatti è giustificato da varie motivazioni:

- e’ uno strumento familiare di uso intuitivo;

- serve per capire che il peso è una forza, perché un oggetto con il suo peso produce lo stesso effetto della forza muscolare esercitata dal dito;
- serve a far **vedere** il confronto tra pesi e l'equilibrio tra i piatti; gli studenti devono sperimentare mettendo sui piatti oggetti diversi e poi constatare quando si raggiunge l'equilibrio.

Misurare il peso di un oggetto significa quindi confrontarlo con un altro peso, noto, che permetta di raggiungere l'equilibrio; l'oggetto in questione peserà' tanto quanto il peso noto.

Per consolidare il concetto che il peso è una forza, legandolo alla deformazione, si può osservare l'effetto prodotto da diversi oggetti appoggiati su un cuscino: maggiore è il peso dell'oggetto, maggiore sarà la deformazione prodotta.

5. MISURARE LE FORZE

Negli esperimenti con gli elastici abbiamo visto che è possibile confrontare due forze; con la bilancia si è constatato che la forza-peso di un oggetto può essere equilibrata da un'uguale forza-peso di un altro oggetto.

A questo punto possiamo chiedere: è possibile misurare una qualsiasi forza o stabilire quantitativamente di quanto una forza è maggiore di un'altra?

Viste le recenti esperienze, gli studenti proporranno quasi sicuramente di usare ancora la bilancia a due piatti. Nella discussione emergerà anche la necessità di introdurre una unità di misura, e che questa può essere il grammo-peso (g_P) o il chilogrammo-peso (Kg_P).

È opportuno parlare già di grammi-peso e utilizzare la notazione g_P . Anche se è ragionevole rimandare l'introduzione del concetto di massa alla scuola secondaria superiore, distinguere fra grammi e grammi-peso potrà, in seguito, aiutare lo studente a non confondere le due grandezze.

Si farà notare che con la bilancia non è facile equilibrare altri tipi di forza, tipo la forza muscolare.

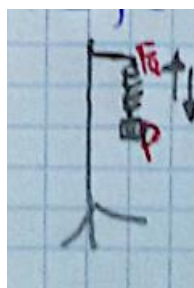
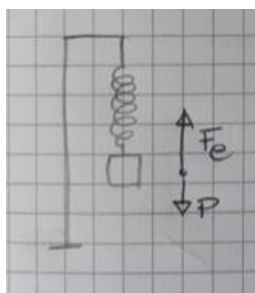
Si chiede, quindi, se sia possibile costruire uno strumento di misura basato su una molla, proponendo delle soluzioni. Si arriverà alla concettualizzazione per gradi, osservando e discutendo i vari aspetti fondamentali.

Dopo aver messo la molla in verticale su un supporto, si chiederà:

“Che cosa accade se si attacca un peso alla molla?”

Gli studenti hanno già osservato il comportamento elastico delle molle e intuiranno la correlazione tra forza applicata e allungamento. Possono anche prevedere e verificare sperimentalmente che la molla con il peso non si allunga all'infinito, ma che ad un certo punto si ferma. E' importante ora porre la domanda del perché la molla si fermi. E' importante riflettere sulle forze che agiscono sul sistema sia durante l'allungamento della molla che quando si ferma. E' dalla discussione su questo punto che si deve arrivare a capire che la molla esercita una forza verso l'alto e quindi la molla si fermerà quando la sua forza e quella del peso dell'oggetto saranno uguali ed opposte. E' a questo punto che si può parlare di equilibrio raggiunto dalla molla con il peso. Nella discussione si prenderanno in considerazione anche i casi limite: 1) il peso attaccato è troppo piccolo, rispetto alla deformabilità della molla, e non provoca allungamenti apprezzabili; 2) il peso deforma in modo irreversibile la molla che non riprenderà la forma iniziale. Si sceglierà, quindi, di lavorare nell'“intervallo di elasticità” della molla.

Anche in questo caso è importante che i ragazzi possano osservare bene quello che accade e provino a rappresentare le forze che agiscono sul sistema:



Si chiederà ancora:

“Quando si raggiunge questa situazione, quali forze sono in gioco?”

“Quale forza equilibra la forza-peso dell'oggetto?”

Dovrebbero intuire facilmente che la forza-peso dell'oggetto, affinché il sistema sia in equilibrio, debba essere equilibrata da una forza opposta esercitata dalla molla (forza di richiamo elastica). Nella discussione dei disegni dei ragazzi si dovrà far capire l'importanza di rappresentare le due forze con frecce di uguale lunghezza. Assolutamente da trascurare, a questo livello, il punto di applicazione.

LA LEGGE DI HOOKE E IL DINAMOMETRO

Utilizziamo una molla appesa in verticale e determiniamo l'allungamento provocato da forze-peso note, osservando che pesi doppi provocano allungamenti doppi, pesi tripli allungamenti tripli, eccetera.

Supponiamo che in laboratorio si sia ottenuta la seguente tabella (per semplicità non si tiene conto di eventuali errori):

Forza-peso (g _P)	Allungamento (cm)
0	0
25	1,5
50	3
100	6
125	7,5
175	10,5

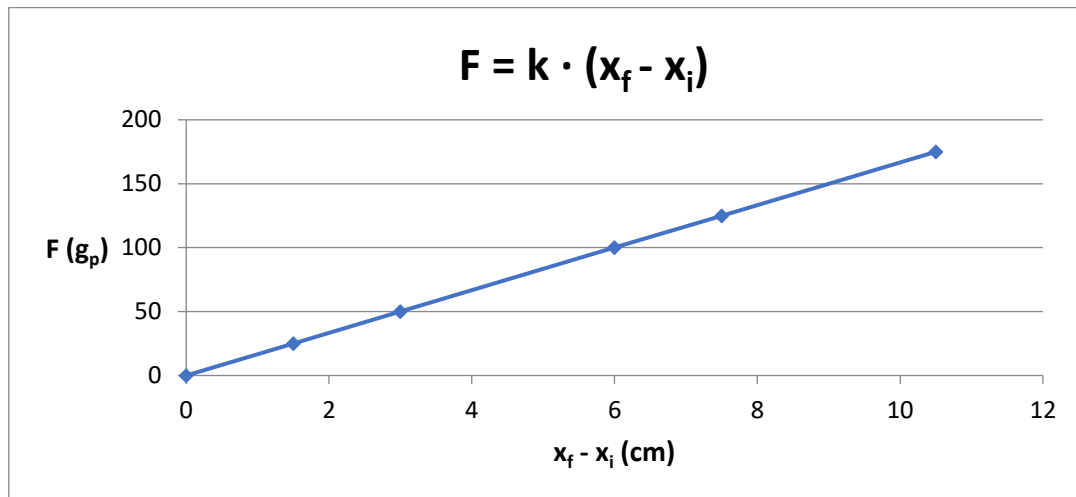
A questo punto si pone il problema della rappresentazione dei dati: gli alunni dovrebbero essere abituati a riportare sull'asse X la variabile indipendente, in questo caso la forza peso che viene attaccata alla molla, e sull'asse Y la variabile dipendente, cioè l'allungamento misurato. D'altra parte la legge di Hooke, di cui è utile parlare anche per fare un approfondimento storico, può essere scritta nella forma:

$$F = k \cdot (x_f - x_i)$$

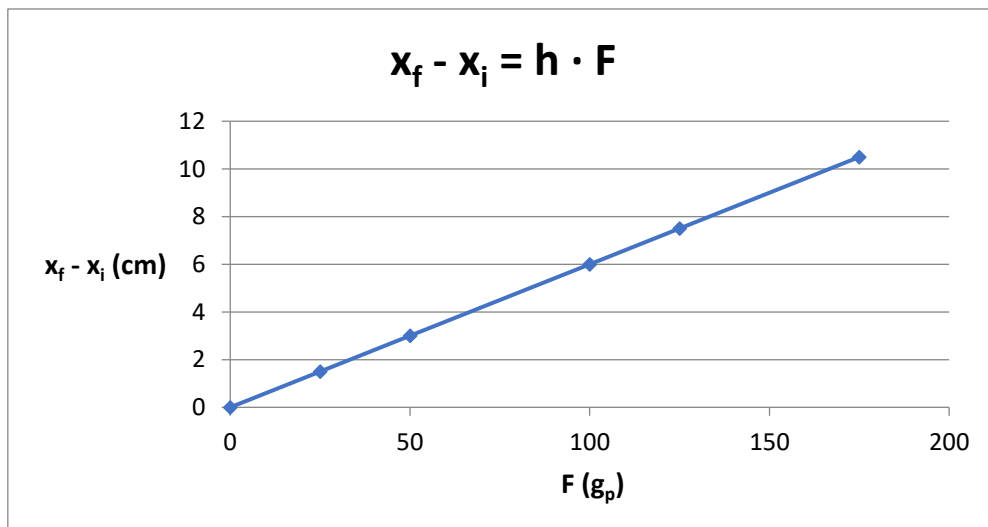
in cui la forza peso è espressa in funzione dell'allungamento.

Quello che è importante comprendere è che le due grandezze sono direttamente proporzionali, e quindi che il loro rapporto è costante.

Si suggerisce, anche per consolidare gli strumenti matematici dei ragazzi, di far costruire e discutere entrambi i grafici, eventualmente dividendo la classe in due gruppi:



In questo sopra l'allungamento è riportato sull'asse orizzontale.



In questo è la forza ad essere riportata sull'asse orizzontale.

I due grafici ci forniscono le informazioni per ricavare la legge di Hooke con due prospettive differenti ma equivalenti. Calcolando il rapporto si ottiene:

F (g _p)	x _f - x _i (cm)	F/ (x _f - x _i) (g _p /cm)
0	0	
25	1,5	16,7
50	3	16,7
100	6	16,7
125	7,5	16,7
175	10,5	16,7

F (g _p)	x _f - x _i (cm)	(x _f - x _i)/F (cm/g _p)
0	0	
25	1,5	0,06
50	3	0,06
100	6	0,06
125	7,5	0,06
175	10,5	0,06

Nel primo caso: $k = 16,7 \text{ g}_p/\text{cm}$

Nel secondo caso: $h = 0,06 \text{ cm/g}_p$

Che cosa significa che, per una determinata molla, $k = 16,7 \text{ g}_p/\text{cm}$?

La risposta sarà che occorrono 16,7 g_p per allungare la molla di un centimetro.

Che cosa significa che, per la stessa molla, $h = 0,06 \text{ cm/g}_p$?

Si concluderà che ogni grammo-peso attaccato produce un allungamento di 0,06 cm.

Se possibile, è bene utilizzare molle di diversa durezza, in modo da osservare che, a parità di peso applicato, l'allungamento prodotto è diverso, ma in ogni caso le due grandezze sono direttamente proporzionali. Si discuteranno anche le informazioni che il valore della costante può dare sulla durezza della molla.

Può essere opportuno anche sottoporre agli alunni, e poi discutere collettivamente, il quesito della prova Invalsi 2011 sulle molle:

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. $L = 80 + 7 \times P$

Poiché ad ogni allungamento corrisponde un valore di peso, si può costruire una tabella di riferimento da posizionare dietro la molla, ottenendo così un DINAMOMETRO.

Per verificare la bontà della scala graduata costruita, si possono utilizzare altri pesi campione.

Gli studenti **devono, poi, usare il dinamometro** per misurare il peso di vari oggetti, appendendoli al gancio e leggendo il valore direttamente sulla scala graduata oppure ricavandolo dal grafico e dalla formula.

È importante sottolineare il fatto che se non esistesse una relazione matematica nota (legge di Hooke) che lega l'allungamento alla forza applicata alla molla, non sarebbe possibile utilizzare l'oggetto costruito come strumento di misura. Il concetto può essere rinforzato ripetendo la stessa esperienza utilizzando, al posto delle molle, dei comuni elastici; il grafico che si otterrà metterà in evidenza che non c'è una relazione matematica tra l'allungamento e la forza, quindi non è possibile costruire una scala graduata.

6. ANCORA SULL'EQUILIBRIO

Esploriamo adesso, in casi semplici, il problema dell'equilibrio (già affrontato in alcuni punti precedenti), dovuto all'applicazione al corpo di sole forze. Si trascura, ovviamente, il problema dell'equilibrio dovuto ai momenti delle forze.

Come possono gli studenti comprendere ciò?

6a. Ripetiamo l'esperienza con la bilancia a piatti: si mette un oggetto su un piatto e si equilibra con un altro oggetto.

I due piatti rimangono fermi perché le due forze peso, essendo uguali, annullano reciprocamente gli effetti che provocano.

6b. Riprendiamo il dinamometro e appendiamoci un oggetto. Chiediamo: *perché l'oggetto si ferma in una posizione?*

Evidentemente la forza-peso dell'oggetto viene equilibrata da una forza uguale e contraria esercitata dalla molla.

6c. Prendiamo poi un oggetto piuttosto pesante in mano e chiediamo agli studenti di *spiegare come mai non cade.*

Gli studenti dovrebbero arrivare a capire che la forza peso dell'oggetto è ora equilibrata da una forza uguale e contraria esercitata su di esso dalla mano.

6d. Mettiamo successivamente lo stesso oggetto su un supporto di carta (un foglio di carta velina) e chiediamo agli studenti di *spiegare perché cade.*

6e. Mettiamo infine l'oggetto su un tavolo di legno e chiediamo agli studenti *come mai non cade.* Si chieda anche di rappresentare le forze in gioco.

Diranno che l'oggetto è in equilibrio e non cade perché il tavolo esercita una forza uguale e contraria al peso dell'oggetto, mentre nell'esperienza precedente il foglio di carta ha esercitato una forza contraria minore del peso dell'oggetto.

Si appoggia poi sul tavolo un altro oggetto più pesante del precedente e si chiede di nuovo se è in equilibrio o perché non cade. La conclusione sarà sempre la stessa, e cioè che il

tavolo è capace di esercitare sull'oggetto una forza uguale e contraria alla forza-peso dell'oggetto.

L'aspetto più complesso, e a questo livello anche misterioso, da concettualizzare è il fatto che la forza esercitata dal tavolo (reazione vincolare) cambia in base al peso dell'oggetto che vi viene appoggiato.

In una discussione, che non si chiederà di scrivere per non rendere troppo pesante la lezione, si potranno approfondire altri aspetti. Esiste un limite (resistenza) alla forza che il tavolo può esercitare? Che cosa succederebbe al tavolo se vi appoggiassimo un oggetto con una forza-peso superiore alla sua resistenza?

Quale può essere la forza-peso massima che il tavolo può sorreggere?

Ovviamente si concluderà che la resistenza di un oggetto dipende dalla natura del materiale di cui è fatto e dalle caratteristiche della sua struttura.

CONCLUSIONI

L'obiettivo che ci siamo proposti è stato quello di fornire agli studenti il concetto di forza, della misurazione di una forza per mezzo del dinamometro sfruttando le deformazioni di particolari corpi, e di introdurre il concetto di equilibrio in semplici casi.

Durante lo svolgimento del percorso si viene a contatto con problematiche diverse che possono fornire all'insegnante indicazioni preziose circa gli argomenti da approfondire con gli studenti, ad esempio la rappresentazione vettoriale; si deve tenere sempre presente, però, che questo è soltanto un primo approccio alle forze e cercare, quindi, di non cadere nella tentazione di una eccessiva formalizzazione di leggi e regole.

PROVA DI VERIFICA

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, E COME FUNZIONA?

2) OSSERVA LA SEGUENTE FIGURA E RISPONDI SUL FOGLIO:

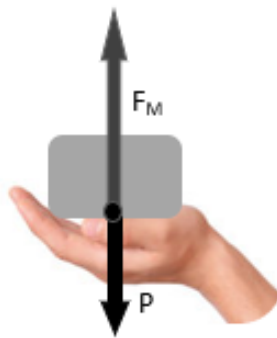


- QUANDO SI PUÒ DIRE CHE LA BILANCIA È "IN EQUILIBRIO"?
- QUALI SONO LE FORZE IN PRESENTI? RISPONDI E RAPPRESENTALE NEL DISEGNO.
- QUANTO PESA L'OGGETTO SUL PIATTO?

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? _____ FAI UN DISEGNO DELLE FORZE CHE AGISCONO.



4)

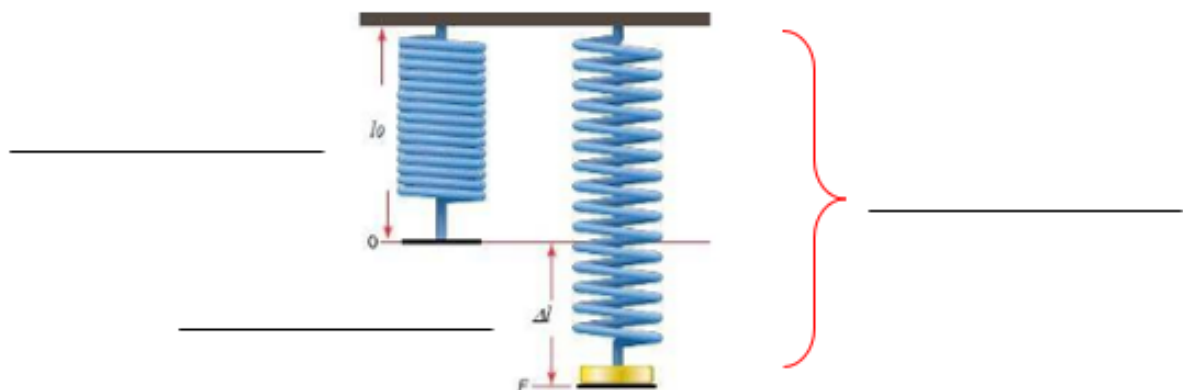


DESCRIVI COSA SUCCEDDE ALL'OGGETTO SULLA MANO:

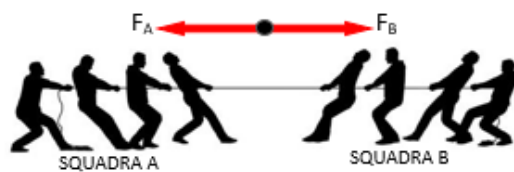
SPIEGA:

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

- DISEGNA LE FORZE PRESENTI.
- COMPLETA LA DIDASCALIA SCEGLIENDO TRA *ALLUNGAMENTO*, *LUNGHEZZA A RIPOSO* E *LUNGHEZZA FINALE*; SCRIVERE (SE NOTO) IL VALORE NUMERICO DI QUESTE QUANTITA'.
- CALCOLA L'ALLUNGAMENTO DELLA MOLLA.
- CALCOLA LA COSTANTE ELASTICA DELLA MOLLA.



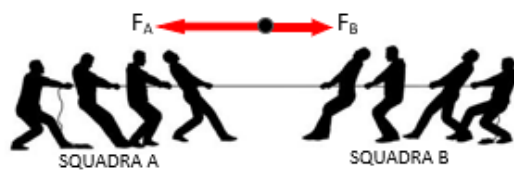
6)



CHI STA VINCENDO?

LA FUNE SI SPOSTA? DA CHE PARTE?

SPIEGA



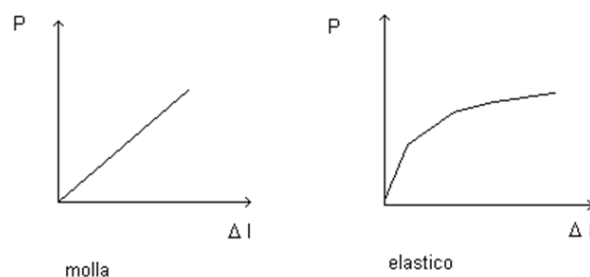
CHI STA VINCENDO?

LA FUNE SI SPOSTA? DA CHE PARTE?

SPIEGA

Se è stata fatta e adeguatamente discussa l'esperienza con un elastico comune, si può proporre anche il seguente esercizio:

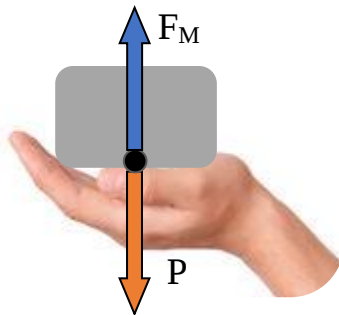
7) OSSERVA I SEGUENTI GRAFICI CHE METTONO IN EVIDENZA LA RELAZIONE TRA FORZA-PESO ED ALLUNGAMENTO DI UN CORPO ELASTICO.



- QUALI CONSIDERAZIONI PUOI FARE CONFRONTANDO I DUE GRAFICI?
- SECONDO TE IL RAPPORTO TRA PESO ED ALLUNGAMENTO NEL CASO DELL'ELASTICO, È COSTANTE? MOTIVA LA RISPOSTA.
- UNO STRUMENTO PER MISURARE FORZE PUÒ ESSERE COSTRUITO UTILIZZANDO UN ELASTICO? MOTIVA LA RISPOSTA.

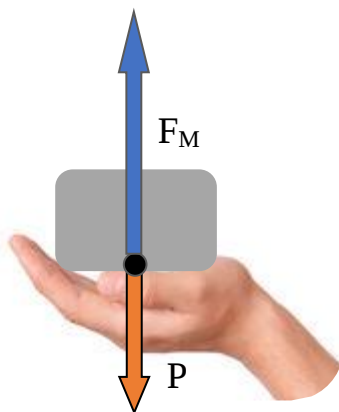
PROPOSTA DI ESERCIZI DA SVOLGERE DURANTE IL PERCORSO

1)



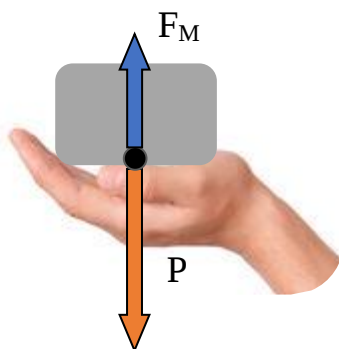
Descrivi cosa sta succedendo:

Motiva:



Descrivi cosa sta succedendo:

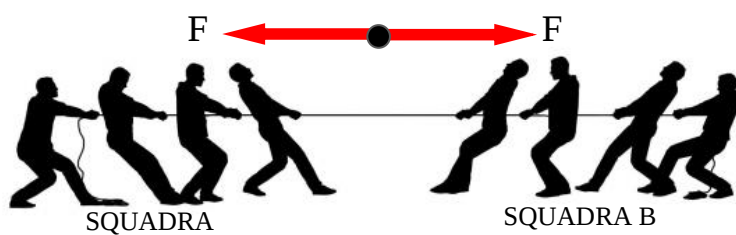
Motiva:



Descrivi cosa sta succedendo:

Motiva:

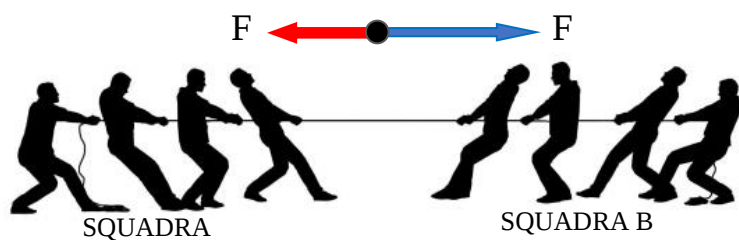
2)



Chi sta vincendo?

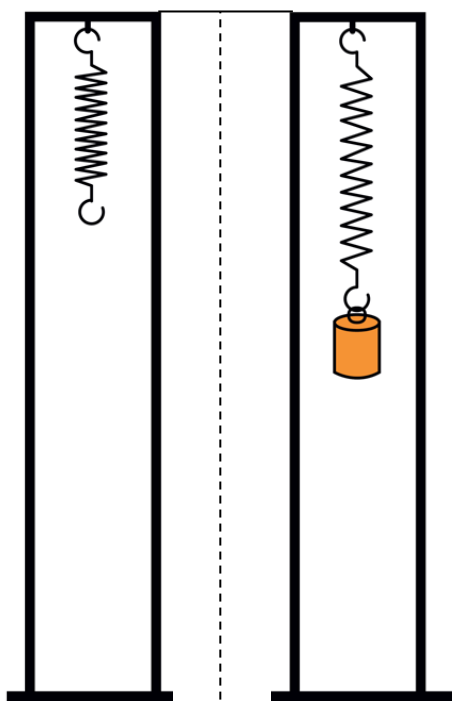
La fune si sposta?

Da che parte? Spiega



Chi sta vincendo?
La fune si sposta?
Da che parte? Spiega

3)



Indica nella figura, sulla linea tratteggiata:
 x_i (lunghezza a riposo), x_f (lunghezza finale) e
 $x_f - x_i$ (allungamento)

Se $k = 4 \text{ g}_P/\text{cm}$ e $P = 60 \text{ g}_P$ calcola:

$x_f - x_i =$

Calcola x_i sapendo che la $x_f = 23 \text{ cm}$:

$x_i =$

4)

Una molla disposta verticalmente, è caratterizzata da una costante elastica di $12 \text{ g}_P/\text{cm}$ 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.

5)

Una molla è caratterizzata da una costante elastica pari a $6 \text{ g}_P/\text{cm}$. Se le viene applicata una forza peso pari a 300 g secondo la direzione dell'asse della molla la sua lunghezza finale è di 62 cm . Calcola la sua lunghezza a riposo.

6)

Una molla, disposta verticalmente, ha una lunghezza a riposo di 20 cm . Dopo che le si applica una forza verticale di 250 g_P la sua lunghezza totale diventa 22 cm . Calcola la costante elastica della molla.

7)

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.

8)

Una molla è stata sospesa in verticale ad un sostegno e alla sua estremità libera sono stati appesi via via degli oggetti, di cui si conosce il peso; per ogni oggetto agganciato è stato misurato l'allungamento della molla ed i valori sia di peso che di allungamento sono riportati nella seguente tabella, tenuto conto degli errori di misura.

Forza-peso in g-peso	Allungamento in cm
0	0
25	1,5
50	3
100	6
125	7,5
175	10,5

- *Quali osservazioni puoi fare analizzando i valori della tabella?*

- Qual è il valore del rapporto peso/allungamento per ogni coppia di valori corrispondenti? Sai esprimere il significato di questo rapporto?
- Che tipo di relazione c'è tra forza-peso e allungamento della molla?
- Riporta su un riferimento cartesiano i valori della tabella (in ascisse gli allungamenti ed in ordinate le forze-peso) e costruisci il grafico corrispondente.
- Descrivi il grafico e fai le tue osservazioni.
- I dati della tabella sono stati tutti ricavati sperimentalmente, ma è possibile secondo te prevedere di quanto la molla si allungherebbe se vi appendessimo un peso noto?
- E viceversa conoscendo un dato allungamento è possibile risalire al peso dell'oggetto agganciato alla molla? Motiva le tue risposte.

9)

Completa la seguente tabella sull'allungamento di una molla:

P (g_P)	5	10	30		70	90	
x_f - x_i (cm)			9	15			30

- Rappresenta i punti su un piano cartesiano.
- Che tipo di grafico ottieni?
- Quale relazione lega le due grandezze?
- Calcola il valore della K di elasticità della molla.

10)

Completa la seguente tabella relativa all'allungamento di una molla sapendo che la costante elastica è 7 g_P/cm:

P (g_P)	3,5	7	21				
x_f - x_i (cm)				2	4	5	8

- Rappresenta i punti su un piano cartesiano.
- Che tipo di grafico ottieni?
- Quale relazione lega le due grandezze?