

REGIONE  
TOSCANA



# *La costruzione del concetto di Forza*

*Grado scolastico: Scuola secondaria di secondo grado*

*Area disciplinare: Fisica*

***Liceo Statale Fermi – Cecina (LI)***

*Docenti coinvolti: Giacobbe Anna, Mori Marco, Sarri  
Federica.*

Realizzato con il contributo della Regione Toscana  
nell'ambito del progetto

***Rete Scuole LSS a.s. 2022/2023***

# *La costruzione del concetto di Forza*

*Osservare, Provare, Costruire*

*Prima scientifico (A. Giacobbe)*

*Prima articolata scientifico-sportivo (F. Sarri)*

*Quarta Linguistico (M. Mori)*



## ***Collocazione del percorso nel curriculum verticale***

Il percorso presentato è stato realizzato nel primo biennio, in una classe prima articolata del liceo scientifico e scientifico sportivo. Lo scopo, in accordo con le Indicazioni Nazionali, sta nell'accompagnare gli studenti a costruire in prima persona uno dei nodi concettuali più significativi e importanti nello studio della fisica: il concetto di forza come interazione.

Gli strumenti matematici utilizzati sono basici e coerenti con le conoscenze pregresse o in costruzione durante il primo anno di corso.

Il percorso si è svolto a cavallo tra il primo e il secondo quadrimestre, sviluppandosi su nove settimane.



# ***Obiettivi essenziali di apprendimento***

## **Obiettivi generali**

Attraverso l'attività di osservazione e di sperimentazione diretta di fenomeni di interazione, si accompagna lo studente alla costruzione di schemi interpretativi che spieghino tali fenomeni utilizzando in modo corretto il concetto di Forza.

## **Obiettivi specifici**

Riconoscere la forza come interazione tra due corpi

Distinguere tra alcuni tipi di forza

Individuare una relazione tra forza agente e deformazione di un corpo

Distinguere concettualmente tra massa e peso

Effettuare misure dell'intensità di forze

Comprendere la natura vettoriale delle forze



## ***Elementi salienti dell'approccio metodologico***

L'approccio è quasi del tutto laboratoriale: si parte dalla fenomenologia e si giunge alla costruzione di nuovi concetti interpretativi dei fenomeni attraverso il contributo verbale e scritto di ogni studente in relazione alle osservazioni effettuate, la discussione, l'affinamento dei concetti, la produzione di sintesi individuali/di gruppo sempre condivise. Il docente ha il compito di mantenere in contesto l'attività in modo discreto, se possibile senza dare ordini, piuttosto guidando il percorso con domande chiave e incoraggiando l'apprendimento cooperativo.

Le forze con cui gli studenti familiarizzano sono quelle che già hanno incontrato nell'esperienza quotidiana e che imparano a riconoscere: la forza di gravità, la forza esercitata da un piano di appoggio, la forza premente, la forza elastica, la tensione di un elastico, la forza d'attrito, la forza magnetica.



## ***Materiali, apparecchi e strumenti utilizzati***

Materiali: molle, elastici da fitness, metri e righelli, pesini e supporti, corpi con superfici più o meno levigate, piani orizzontali più o meno levigati, geomag

Apparecchi: leva ottica, dinamometri, bilancia

Strumenti:

Diario di bordo

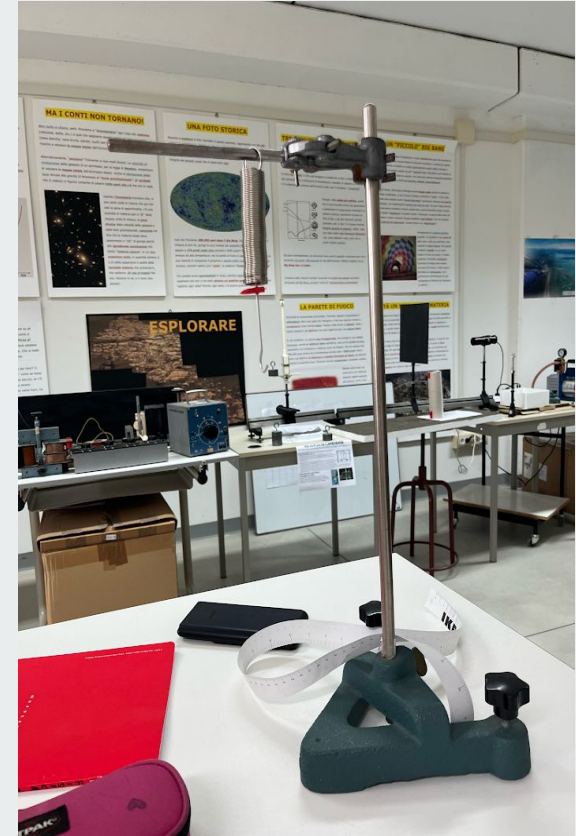
Strumenti digitali: Classroom, Smartphone per registrazioni video, YouTube

Libro di testo (come eserciziaro)

---

## *Ambiente in cui si è sviluppato il percorso*

Il percorso è stato sviluppato in aula o in laboratorio di fisica per ciò che riguarda le fasi di osservazione, verbalizzazione, discussione, riflessione condivisa e sintesi conclusiva; a casa per la redazione del diario di bordo e lo studio individuale. Classroom è stato usato come repository, bacheca e per la condivisione del diario di bordo individuale con l'insegnante.





## *Tempi impiegati*

Per la progettazione del percorso sono state impiegate 6 ore, in collaborazione con i docenti delle classi in cui è stato effettuato.

Il percorso si è svolto dalla metà di febbraio fino all'inizio di aprile per un totale di 12 ore + 1 ora per la verifica scritta, corrispondenti a circa un quarto delle ore annuali effettivamente svolte (biennio Liceo scientifico, 2 ore settimanali).

Le lezioni si sono svolte interamente in presenza.

Per la documentazione finale sono state impiegate 30 ore.





## ***Traguardi di competenza***

Osservare e saper individuare fenomeni.

Costruire modelli.

Formulare ipotesi.

Utilizzare e verificare sperimentalmente leggi fisiche.



## *Scopi generali*

La principale finalità dei percorsi didattici in modalità LSS sta nell'educare gli studenti alla **costruzione attiva della propria conoscenza**.

Inoltre si ritiene altrettanto importante l'attuazione dell'apprendimento cooperativo, con il susseguirsi della sequenza **osservazione - verbalizzazione individuale - conclusione condivisa** nelle varie fasi del percorso.




## Premessa

In classe, prima del percorso sulle forze, avevamo visto che, per quanto riguarda lo spostamento, non era sufficiente la conoscenza del suo valore numerico per darne una descrizione completa.

In alcune lezioni di Scienze Motorie gli studenti avevano svolto l'attività di orienteering; in modo particolare il gruppo degli studenti dello Sportivo durante le lezioni di Discipline Sportive aveva utilizzato la mappa del territorio con i punti cardinali e la bussola, tracciando gli spostamenti e seguendo le istruzioni date dall'insegnante. Non è dunque stato affatto difficoltoso introdurre il concetto di grandezza vettoriale basandosi sulla loro esperienza attiva e partendo dalla grandezza Spostamento.

Non solo, considerando posizioni e spostamenti equivalenti sulla mappa sono venuti naturali alcuni cenni di calcolo vettoriale, compresa la regola del parallelogramma e la scomposizione dei vettori.




Inizio la lezione scrivendo alla lavagna la domanda:

Che cosa è una forza?

Dico agli studenti di pensare a scrivere quello che secondo loro è la risposta. Preciso che non c'è una risposta esatta per il momento.

Scrivo alla lavagna le risposte. Sono contenti e rispondono volentieri. Sintesi delle risposte ( alcune si ripetono o sono molto simili ).

1. E' una grandezza fisica
2. E' qualcosa che modifica altri corpi
3. E' una grandezza che viene applicata su un corpo
4. E' il rapporto tra peso e velocità di movimento
5. E' tutto ciò che viene applicato a una superficie
6. E' una grandezza che viene applicata su un corpo cambiandolo
7. E' una misura che specifica una trasformazione in forma avvenuta su un corpo
8. E' un elemento della fisica che indica la pressione tra due corpi
9. E' energia di qualche tipo utilizzata per generare del moto
10. E' la cosa che sposta un corpo che a sua volta ne sposta un altro.



Chiedo di rispondere alla domanda: “Come ti accorgi se ad un corpo viene applicata una forza?”

Dico di iniziare il diario di bordo.

Alcuni studenti hanno ben compreso le istruzioni per redigere il diario di bordo, altri hanno fatto un lavoro di ricerca usando il libro di testo e cercando sulla rete.

Alcune risposte interessanti:

**D. B.:** *Ebbene, secondo me ti accorgi che un su di un corpo agisce una forza quando quel corpo esegue fisicamente un movimento, anche impercettibile.*

**E.C.** *Questa è la mia risposta: Secondo me ci si accorge che su un corpo agisce una forza quando quel corpo viene in qualche modo modificato per quanto riguarda la sua forma, il suo stato o la sua posizione.*

**L.P:** *Per accorgersi se una forza agisce su un corpo si vede cambiare il corpo e vedendo una accelerazione impressa da un corpo. Per il corpo intendo un materiale o un qualcosa dove la forza agisce.*

**S.B.** *Secondo me ce ne accorgiamo perché il corpo potrebbe muoversi o anche deformarsi.*

**M.B.** *Mia risposta: Vedo il corpo spostarsi o modificarsi (il suo volume ad esempio).*

**V.S.** *Di solito la forza si manifesta come una pressione o una spinta e alla forza sono dovute le leggi di gravità.*



In alcune risposte c'è l'idea della deformazione, in altre di movimento, anche impercettibile. Leggendo i loro diari ho la sensazione che ci sia confusione tra le parole forma e volume.

Inizio con dei chiarimenti sul diario di bordo e ribadisco l'importanza della puntualità delle consegne.

Chiedo agli studenti qual è il modo migliore per rappresentare una forza e di motivare la risposta.

Sono perplessi riguardo alla motivazione. Chiedo cosa hanno scritto e che cosa pensano.

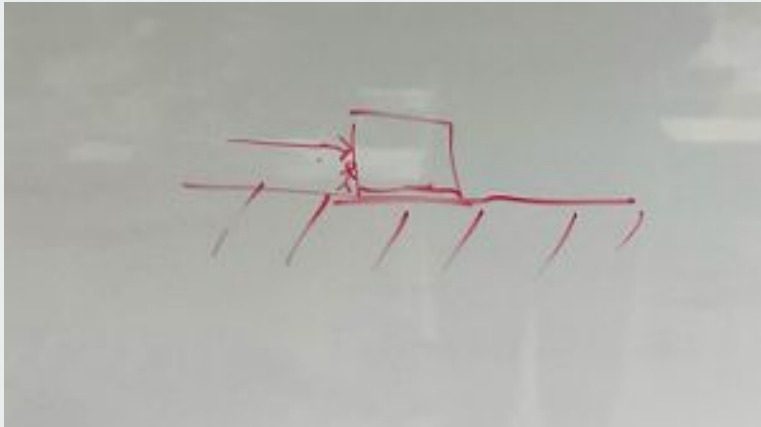
A.S. dice che alle scuole medie hanno parlato di forze e hanno usato i vettori ma non sa spiegare perché, altri concordano con lui sul fatto di non saper giustificare il perché .

V.S. fa l'esempio del carrello spinto e dice che è importante la direzione della forza con cui si spinge, io chiedo se c'è anche un verso, lei risponde che si può spingere e tirare, quindi c'è il verso.

Tutti concordano su questo esempio e dicono che la forza viene rappresentata con un vettore dal momento che altrimenti non si riesce a specificare la direzione e il verso della forza.

Allora chiedo di disegnare la situazione del carrello, con una persona che per esempio lo spinge, e di usare la freccia del vettore per rappresentare la forza.

Chiamo T.H. alla lavagna e chiedo di disegnare quanto richiesto.



Chiedo agli studenti se sono d'accordo e dicono che, a parte le proporzioni, non capiscono il legame tra forza e persona che spinge, qualche studente dice che con questo disegno non è chiaro chi esercita la forza. Chiedo di pensare e di disegnare nuovamente la situazione. Devono aggiornare il diario di bordo.



Dopo distribuisco gli elastici e chiedo di lavorare a coppie facendo attenzione a che cosa sentono sulla mano che impugna l'elastico:

- quando loro tirano e il compagno prova a tenerlo fermo,
- quando i ruoli si invertono,
- quando tirano entrambi.



M.M. dice che quando tirava sentiva la resistenza della compagna, la compagna risponde che quando tirava riusciva a sentire la resistenza di M.M. ma anche la forza che faceva lei sull'elastico.

Sono un po' confusi, allora chiedo di riprovare e fare maggior attenzione a quello che sentono.





B.M. dice che quando resiste sente una forza che gli tira via la mano, quando tira l'elastico sente una forza che prova a trascinare la mano.

Dico di riflettere sulle sensazioni che sentono sulla mano e di descrivere a parole.

Chiedo di aggiornare il diario di bordo e di disegnare con la rappresentazione vettoriale le forze in questa situazione.

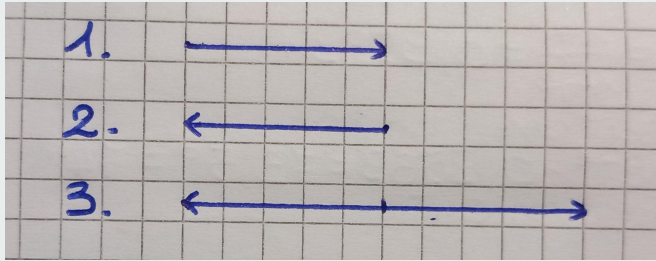
Devono rispondere alla domanda: “Che cosa succede all'elastico quando viene tirato?”

Dal diario di A.G.

*... dopodiché, dopo aver svolto i seguenti compiti, ho provato ad esprimere i miei sentimenti e i miei pensieri:*

- 1. Sento che la mia forza fa allungare l'elastico, il mio braccio prova forza.*
- 2. Io provo a trattenere l'elastico, il mio braccio prova resistenza.*
- 3. Sento che la mia forza fa allungare l'elastico, ma sento anche una forza opposta alla mia.*

- 4.
1. L'elastico ha un punto fermo e una forza che punta verso di me (direzione).
  2. L'elastico ha un punto di riferimento, ma la direzione è opposta a quella precedente.
  3. L'elastico ha un punto centrale fermo e due forze con direzione opposta.



5. Dopo i nostri esperimenti abbiamo confrontato le risposte tra di noi, qualcuno ha scritto: "si sente una forza che trascina la mano" oppure "si sente una forza opposta" quando si prova resistenza.  
Altre osservazioni da parte dei miei compagni sono state: "quando io tiro, lui mi contrasta".

A questo punto gli studenti stanno iniziando a ragionare sulla differenza tra forza esercitata dall'elastico sulla mano e forza che la mano esercita sull'elastico.

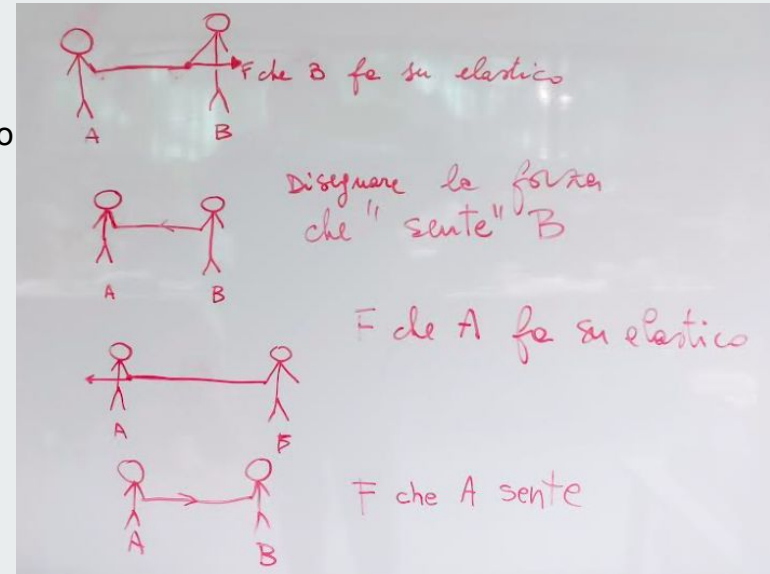
Dopo ho chiesto di rappresentare alla lavagna quello che avevano fatto sui diari di bordo e di condividere le loro riflessioni.

Chiedo poi di schematizzare due ragazzi A e B che tengono l'elastico e solo la forza che esercita B, poi la forza che sente B, poi la stessa cosa per il ragazzo A.

Discutono molto tra di loro, non sanno dove disegnare la forza.

Dico di pensare a come facevano con lo spostamento, cioè di mettere l'inizio del vettore dove è applicata la forza e di ricordarsi che la punta è il verso.

Iniziano a disegnare sul quaderno, S.B. viene alla lavagna e disegna.





Discutono e mi sembra che siano d'accordo riguardo alle rappresentazioni.

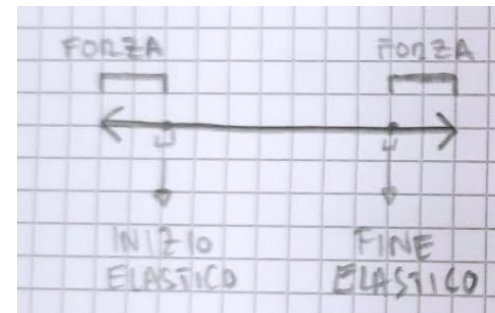
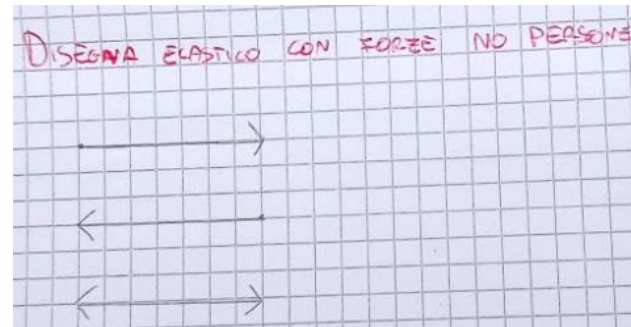
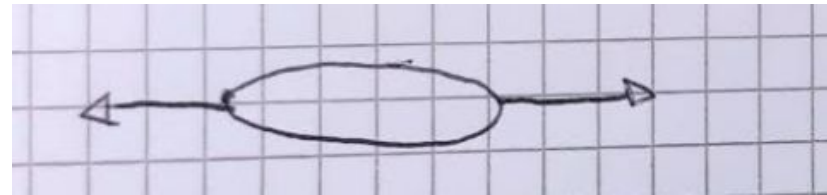
A questo punto propongo di disegnare l'elastico e di schematizzare le forze che vengono fatte su di esso.

Domando chi o che cosa esercita la forza che loro sentono sulla mano. Praticamente tutti dicono che sulla mano sentono la forza che fa il compagno di banco. Chiedo se sentono la forza del compagno o dell'elastico.

Sono perplessi, credo che pensino che sia la stessa cosa.

B.M. dice che se non c'è un contatto fisico la forza non può agire. Chiedo se questo avviene solo per quella dell'elastico o anche in altri casi.

Mi risponde che tutte le forze che conosce devono essere applicate per contatto fisico, altrimenti non "si trasmettono". Su questo punto ritorneremo in seguito.





Solo 4 studenti non sono in linea con la redazione del diario di bordo, gli altri stanno procedendo e sono in pari con il lavoro, mi sembra che la maggior parte degli studenti abbia preso seriamente questo compito.

Chiedo di rappresentare sul quaderno, con un disegno, una persona che spinge un muro con la mano e le seguenti forze:

1. Quella che la persona fa sul muro
2. Quella che il muro fa sulla persona
3. Solo le forze senza la persona

Dico di pensare a quello che sentono sulla mano.

Vedo che parlano tra di loro, si confrontano e mostrano di saper come fare a schematizzare.

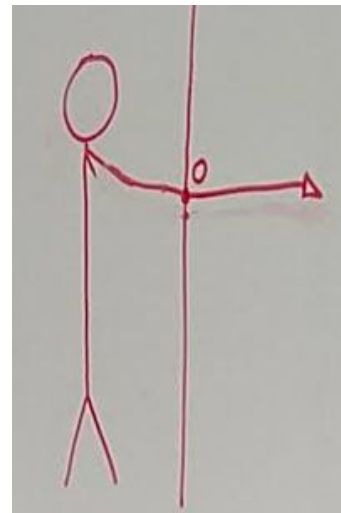


Finito il tempo a disposizione, D.B. Chiede di venire alla lavagna spontaneamente.

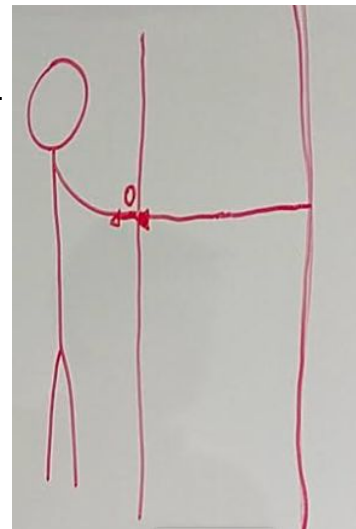
Esegue i disegni riportati di lato.

Chiedo che cosa rappresentano le due linee verticali, D. risponde che rappresentano il muro, da una parte e dall'altra e che la forza inizia dalla parete opposta, quella che costituisce il muro ma che non vediamo.

1. Disegno della forza che la persona esercita sul muro



2. Disegno di quello che la persona percepisce sulla mano.





Chiedo ancora di pensare a come noi rappresentiamo una forza e dove abbiamo deciso di mettere il punto di applicazione.

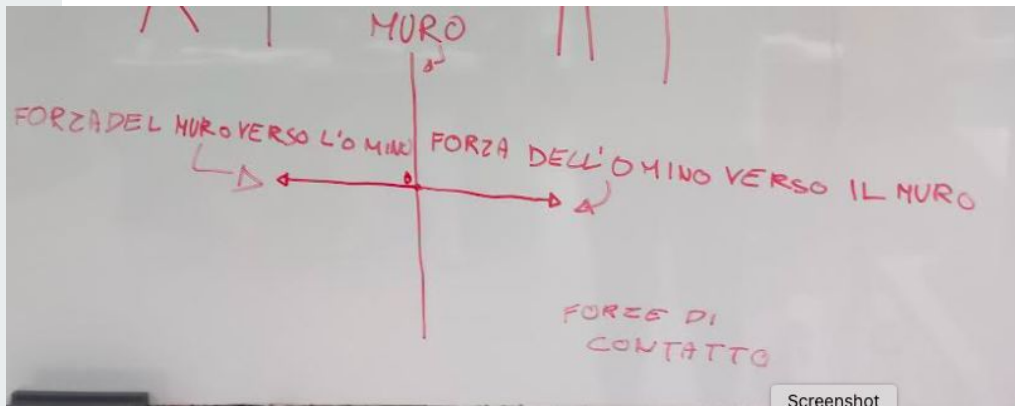
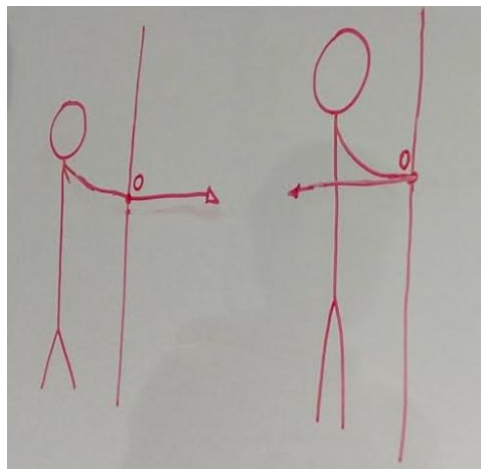
La forza è quella che il muro esercita sulla mano, quindi...

D. si corregge e disegna un vettore più piccolo.

Ad alcuni non torna il fatto che un vettore sia più corto dell'altro, discutono e D. corregge disegnando i due vettori con la stessa lunghezza.

Chiedo come mai e mi risponde che il muro spinge esattamente quanto spinge la persona, quindi il modulo deve essere lo stesso.

3. Disegno del muro con la rappresentazione vettoriale delle forze specificando chi fa cosa.





Chiedo se la forza esercitata dalla persona sul muro e quella del muro sulla mano della persona sono forze a contatto.

Rispondono sicuri di sì.

Avanza un pò di tempo, quindi chiedo di rivedere le risposte che hanno dato alla domanda iniziale: “Che cosa è una forza?”

Analizzano le prime tre risposte e concludono che vanno bene.

Ho controllato i loro diari di bordo e il lavoro procede.

Chiedo di ricapitolare le forze che abbiamo visto, quella sull’elastico, quella sul muro e quella che si esercita spingendo un compagno.

Riassumono quanto visto in precedenza e aggiungono convinti che sono forze a contatto.

E’ il momento di introdurre il concetto di interazione a distanza.





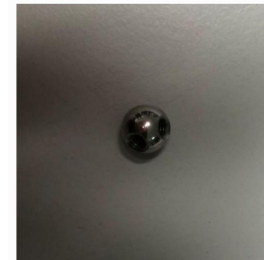
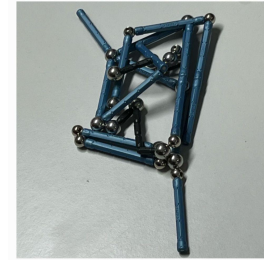
Porto in classe il Geomag (alcuni studenti dicono che ce l'hanno a casa) e chiedo di osservare con molta attenzione quello che succede alle sferette quando si avvicina il bastoncino magnetico alla sferetta ferma. Poi tengo il bastoncino fermo e avvicino piano piano la sferetta.

Ripeto affinché vedano chiaramente quello che succede, poi avvicino un bastoncino magnetico ad un altro in due configurazioni diverse, in modo che vedano l'attrazione e la repulsione; poi inverto i due bastoncini.


A questo punto chiedo di descrivere quello che è successo.

Nel caso della pallina libera sul tavolo, dicono che viene attratta dal magnete. Chiedo se ciò che ha attratto ha agito per contatto. Mi dicono sicuri che quella era una *forza a distanza* perché ha agito senza toccare la sferetta anche se poi dopo erano attaccati. Chiedo di rappresentare con le mani la forza che ha agito sulla sferetta. Chiedo se anche il bastoncino sentiva la forza della sferetta, mi dicono di sì. Chiedo se queste due forze hanno lo stesso modulo, dicono di no, la forza sul bastoncino è minore rispetto a quella sulla sferetta, la sferetta è più piccola quindi la forza su di essa è maggiore. Per quanto riguarda le forze sui bastoncini, dicono che sono uguali in modulo, dal momento che sono uguali.

Non commento questa risposta, ci ritorneremo in seguito.



Per casa devono aggiornare il diario di bordo e riportare le forze che agiscono sugli oggetti del geomag nelle varie configurazioni. Dal diario di bordo di L.P.




A B

← →

Come nel disegno, A attrae B e B attrae A  
Per unire le due calamite si esercita una forza a distanza

**DUE CALAMITE CON CARICA UGUALE** (nord e nord, sud e sud) si respingono




A B

← →

Come nel disegno, A respinge B e B respinge A  
Per separare le due calamite si esercita una forza di contatto

**PALLINA E "BASTONCINO" MAGNETICO**



P B

← →

F che sente P      F che sente B

Dal diario di bordo di E.C.

RICHIESTA  
Rappresentare la forza di attrazione tra magnete e pallina.

← = FORZA DEL MAGNETE      → = FORZA DELLA PALLINA

PREVALE LA FORZA DEL MAGNETE

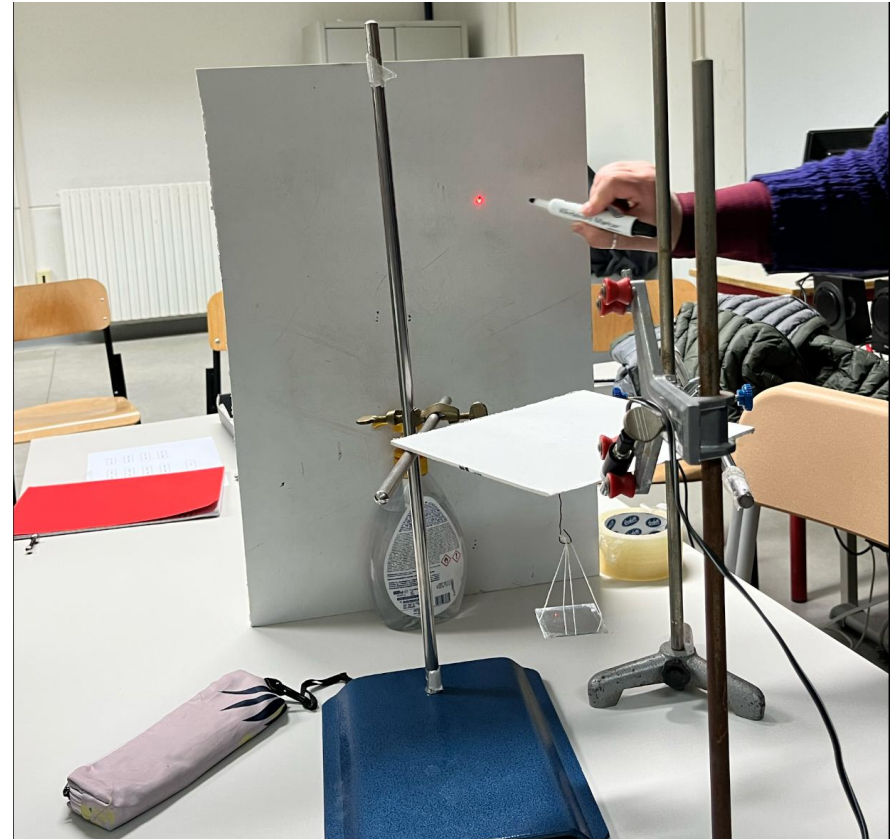
Sul la Pallina e magnete si attraggono a vicenda ma la forza del magnete è superiore.

A questo punto lavoriamo con uno strumento costruito in laboratorio, un tentativo di leva ottica.

Lo strumento da noi realizzato serve solo a rendere visibile la deformazione che una forza produce quando è applicata su un corpo, anche se non è rilevabile ad occhio nudo, non ad effettuare misure.

Spiego brevemente agli studenti come è stata costruita e insieme a loro parliamo della funzione dello specchio, del laser e del tabellone.

Ho chiesto agli studenti di segnare con il pennarello il punto sul tabellone in corrispondenza della luce del laser quando il piatto orizzontale è scarico.



Poi viene messo sul piatto bianco un oggetto alla volta e si segna la posizione del punto luminoso.

Alla fine gli studenti hanno osservato che il punto sullo schermo si era spostato dalla posizione iniziale.

Ho chiesto di dare una spiegazione, hanno pensato per un poco ed alcuni hanno detto che il piatto bianco si deformava; altri hanno detto che non si vedeva direttamente la deformazione ma che comunque si deformava lo stesso e ciò si deduceva dal fatto che il punto rosso sullo schermo si spostava.

Ho chiesto se c'è un legame tra lo spostamento del punto e la deformazione, mi hanno risposto che maggiore era il carico e quindi la deformazione, maggiore era lo spostamento del punto.

Concludo dicendo che siamo sulla buona strada per costruire un *misuratore di forze*.

Finisce l'ora, devono aggiornare il diario di bordo. Dal diario di bordo di L.P. ....

*“Possiamo notare che più peso si mette e il riflesso del laser sullo schermo più si abbassa.*

*Se iniziassimo a parlare di scala graduata la leva ottica potrebbe essere uno strumento di misura.*

*Il pannello al quale è appeso lo specchio si deforma quando ci aggiungiamo un peso ma se quest'ultimo non è molto pesante, quando si toglie dal pannello ritorna alla sua forma iniziale”.*



Successivamente porto in classe delle molle di varie lunghezze e le distribuisco tra i banchi, chiedendo di misurare la loro lunghezza con il righello mettendole in orizzontale sul banco e di scrivere i risultati sul quaderno.

Dopo dico di appendere all'asta le molle, di ripetere le misure e confrontarle con le precedenti.

In diversi intervengono dicendo che le molle si sono allungate quando sono sospese e che questo è normale.

*G: tengono ad andare verso il basso;*

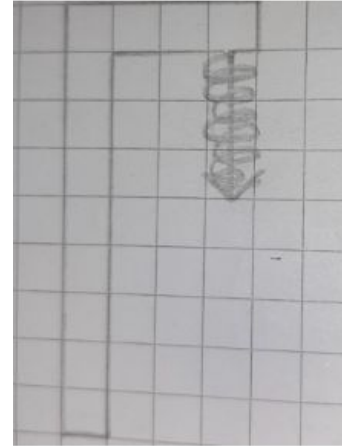
*V: Il gancio della molla ha un peso;*

*B: perché c'è la forza di gravità che agisce sulla lunghezza delle molle*

*I: c'è la forza di gravità che agisce sulle molle.*

Sono tutti d'accordo che è la gravità che "tira" le molle verso il basso. Io non intervengo e dico di prendere nota delle risposte che tutti hanno dato.

Riporto il commento dal diario di J.B. .... *"la forza di gravità non le influenzava, o almeno non direttamente, visto che erano appoggiate su un banco, mentre nel secondo si sono deformate in modo visibile e misurabile data la loro flessibilità".... "La foto al lato consiste nella rappresentazione di come si applica la forza di gravità sulla molla"*





Andiamo in laboratorio, lavorano a gruppi ed hanno a disposizione una molla appesa e un metro. Chiedo di tirare leggermente la molla e osservare che cosa succede, poi di aumentare un pochino la forza e osservare. Chiedo che cosa hanno visto e rispondono che se tirano di più la molla si allunga maggiormente.

Scrivo alla lavagna: “E’ possibile costruire un modo per misurare le forze con la molla?”

Fornisco a ciascun gruppo un certo numero di oggetti uguali, dico di misurare la lunghezza a “vuoto” della molla, poi di appendere un oggetto, poi due e così via e di scrivere ogni volta la lunghezza della molla, di costruire una tabella con il numero di oggetti appesi, la lunghezza della molla e la differenza tra la lunghezza e quella a vuoto.

Gli studenti di un gruppo chiedono perchè i pesini che ho assegnato siano diversi per ogni gruppo, E.G. risponde che va bene così, l’importante è che per ogni gruppo siano uguali tra loro in modo che un oggetto rappresenti l’unità.

Sono rimasta sorpresa dalla risposta data, soprattutto per il linguaggio usato.

Alla fine delle misure, passo tra i banconi, chiedo se ci sono state difficoltà, mi rispondono che va tutto bene perchè hanno notato che il comportamento della molla è “*costante*” che “*se aumento il pesino di uno per volta, allora anche l’allungamento aumenta della stessa quantità ogni volta*”.

Chiedo se hanno mai visto prima d’ora un andamento di questo tipo, pensano e non rispondono.



Scrivo alla lavagna la seguente domanda: “Posso costruire con una molla un misuratore di forze?”

Contemporaneamente chiedo di ricapitolare brevemente quello che abbiamo imparato.

Rispondono in diversi che per ogni pesino che si aggiungeva, la molla si allungava della stessa quantità, poi aggiungono che dall’allungamento si poteva risalire a quanti pesini erano attaccati alla molla e viceversa.

Altri studenti specificano che se con un pesino la molla si allungava di tot, con due pesini la molla si allungava di 2 tot e così via.

Chiedo se con questo ragionamento si può andare avanti fin quando vogliamo, rispondono di no, altrimenti la molla si rompe.

Aggiungono che c’è un rapporto stabile tra peso e allungamento, chiedo loro il significato della parola rapporto, mi rispondono sicuri che intendono divisione.

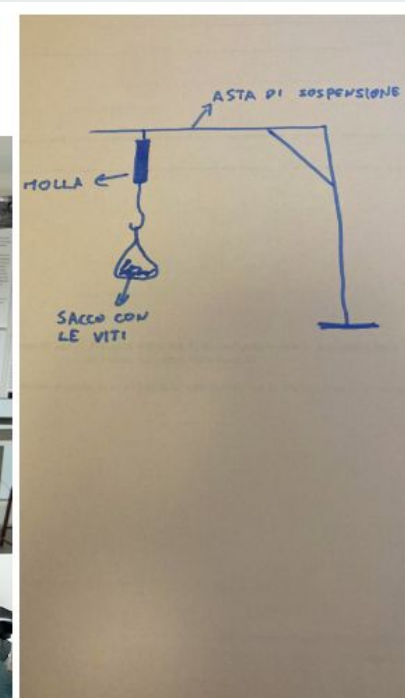
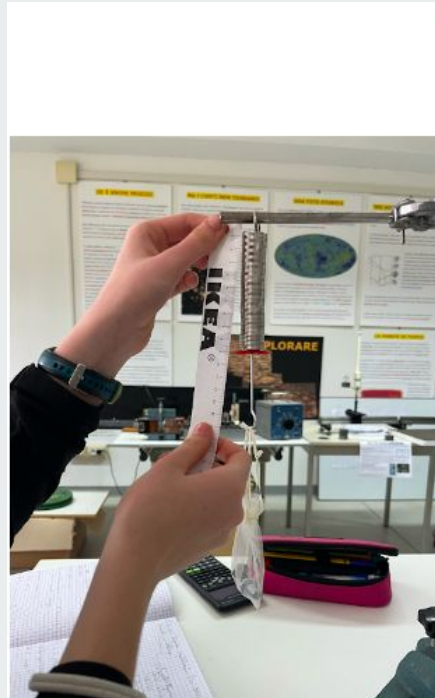
Chiedo se hanno mai sentito parlare di proporzionalità diretta o di grandezze direttamente proporzionali, solo uno studente dice di sì, chiedo se si ricorda il significato, mi dice che se una grandezza aumenta allora aumenta anche quell’altra, senza specificare come.

A questo punto assegno le istruzioni per il lavoro di oggi, devono misurare il peso in grammi di oggetti assegnati, misurare l'allungamento di due molle "una rigida e una più morbida" e costruire una tabella con i valori. Si mettono al lavoro.

Passo tra i banchi chiedendo se ci sono problemi, mi sembra che tutti stiano lavorando con impegno; vedo che stanno misurando in modo corretto e che compilano la tabella come richiesto.

Non sono stupiti dal fatto che la molla più morbida si allunghi maggiormente, a parità di carico, rispetto a quella più rigida.

Usano correttamente il lessico specifico come *lunghezza a riposo della molla* e *allungamento*.







Nella lezione successiva, in classe, i ragazzi devono elaborare i dati presi con la molla. Chiedo di esprimere a parole come erano l'allungamento e la massa attaccata alla molla, dicono che c'era regolarità tra quanti oggetti venivano appesi e quanto la molla si allungava. S.B. dice che non c'era proprio regolarità perfetta poiché la sua molla delle volte si allungava di 1,5 cm rispetto alla misura precedente, altre volte di 1,6 cm.

Chiedo con quale strumento avevano misurato, mi rispondono con un metro a nastro, chiedo che cosa accade in generale quando si esegue una misura. Alcuni studenti rispondono che *“c'è la sensibilità dello strumento, che nel nostro caso è 1 mm, che bisogna considerare l'errore”*. Sembra che tutto torni, li vedo più tranquilli, si agitano se qualcosa non è come hanno previsto.

Ora devono riportare i dati sul grafico, è il primo grafico che facciamo assieme, fanno molte domande su cosa devono fare con il foglio di carta millimetrata, come devono mettere il foglio, come rappresentare i punti.

Sembra che molti di loro non abbiano mai lavorato con la carta millimetrata. Dopo aver deciso insieme quale grandezza mettere sull'asse delle ordinate e quale sull'asse delle ascisse, suggerisco come stabilire l'unità di misura per la massa e per l'allungamento. Sono perplessi per il fatto che si possono usare unità di misura diverse per gli assi cartesiani.

Iniziano a disporre i punti sul piano e devono finire per casa.



Il lavoro di oggi consiste nel controllare i grafici e confrontarli, condividendo il più possibile i ragionamenti fatti per rappresentare i dati. Alcuni studenti hanno deciso di prendere la stessa lunghezza per rappresentare l'unità su entrambi gli assi, 1 quadretto 1 g e 1 quadretto 1 cm.

Mi dicono che hanno avuto problemi a mettere tutti i dati poiché non entravano nel foglio di carta millimetrata.

Discutono tra di loro su come suddividere lo spazio a disposizione sugli assi, altri studenti raccontano come hanno ragionato.

Dopo un poco intervengo per riassumere e trarre le conclusioni su come è possibile ottimizzare.

Lavorano nuovamente sulla rappresentazione su carta millimetrata, osservano che i punti stanno su una semiretta che passa per l'origine. Qualche studente osserva che per una molla i dati sono allineati, mentre per l'altra meno.

Nella tabella che hanno costruito con i dati c'è l'ultima colonna nella quale viene scritto il rapporto peso/allungamento misurato in g/cm.

Chiedo qual è il significato di quest'ultima colonna, mi rispondono che se cambia il peso allora cambia anche l'allungamento, ma il loro rapporto resta costante, chiedo in che senso rapporto, mi dicono divisione, non relazione.

A questo punto dico che peso e allungamento sono direttamente proporzionali proprio perché, data una molla, anche se queste due grandezze cambiano il loro rapporto si mantiene costante.



Chiedo se, a questo punto, abbiamo costruito un misuratore di forze. Dicono di sì perché vedono che, osservando il grafico, se si prende un allungamento si può ricavare con il righello il peso attaccato alla molla.

Sono sorpresa poiché ritenevo che la soluzione sarebbe stata di tipo algebrico, invece è stata di tipo geometrico.

Dal diario di bordo di B.M.” *In questa lezione, abbiamo riportato le misure riguardanti allungamento e massa su un grafico. Abbiamo messo il peso (g) sulla retta delle ordinate e l’allungamento (cm) sulla retta delle ascisse.*

*Per scegliere l’unità di misura ci siamo basati sul valore massimo delle misure di massa e allungamento; per questo motivo ho scelto le seguenti unità di misura:*

*1 cm = 10 g per il peso e 1 cm = 1 cm per l’allungamento.”*

dal diario di bordo di B.M.

**$L_0 = 7,8 \text{ cm}$  ( lunghezza molla più lunga );  $m = \text{massa pesini}$ ;  $L = \text{lunghezza molla}$   
 $\Delta l = \text{allungamento ( lunghezza molla - lunghezza molla a riposo)}$**

$P \text{ (g)}$	$L \text{ (cm)}$	$\Delta l \text{ (cm)}$	$\frac{P}{\Delta l} \text{ (g/cm)}$
50	9,5	$9,5 - 7,8 = 1,7$	$50 : 1,7 = 29,41$
100	11,5	$11,5 - 7,8 = 3,7$	$100 : 3,7 = 27,02$
150	13,5	$13,5 - 7,8 = 5,7$	$150 : 5,7 = 26,31$
200	15,5	$15,5 - 7,8 = 7,7$	$200 : 7,7 = 25,97$
250	17,5	$17,5 - 7,8 = 9,7$	$250 : 9,7 = 25,77$

**a questo punto ho misurato il valor medio e la semi- dispersione**

**Valore medio:  $29,41 + 27,02 + 26,31 + 25,97 + 25,77 = 134,48 : 5 = 26,896 \text{ cm}$**

**Semi- Dispersione:  $(29,41 - 25,77) : 2 = 3,64 : 2 = 1,82$**

**$L_0 = 6,7 \text{ cm}$  ( lunghezza molla più corta );  $m = \text{massa pesini}$ ;  $L = \text{lunghezza molla}$**

**$\Delta l = \text{allungamento ( lunghezza molla - lunghezza molla a riposo)}$**

dal diario di bordo di B.M.

$P$ (g)	$L$ (cm)	$\Delta l$ (cm)	$\frac{P}{\Delta l}$ (g/cm)
50	16,5	$16,5 - 6,7 = 9,8$	$50 : 9,8 = 5,10$
100	26,5	$26,5 - 6,7 = 19,8$	$100 : 9,8 = 5,05$
150	36,5	$36,5 - 6,7 = 29,8$	$150 : 29,8 = 5,03$
200	46,0	$46,0 - 6,7 = 39,3$	$200 : 39,3 = 5,08$
250	57,5	$57,5 - 6,7 = 50,8$	$250 : 50,8 = 4,92$

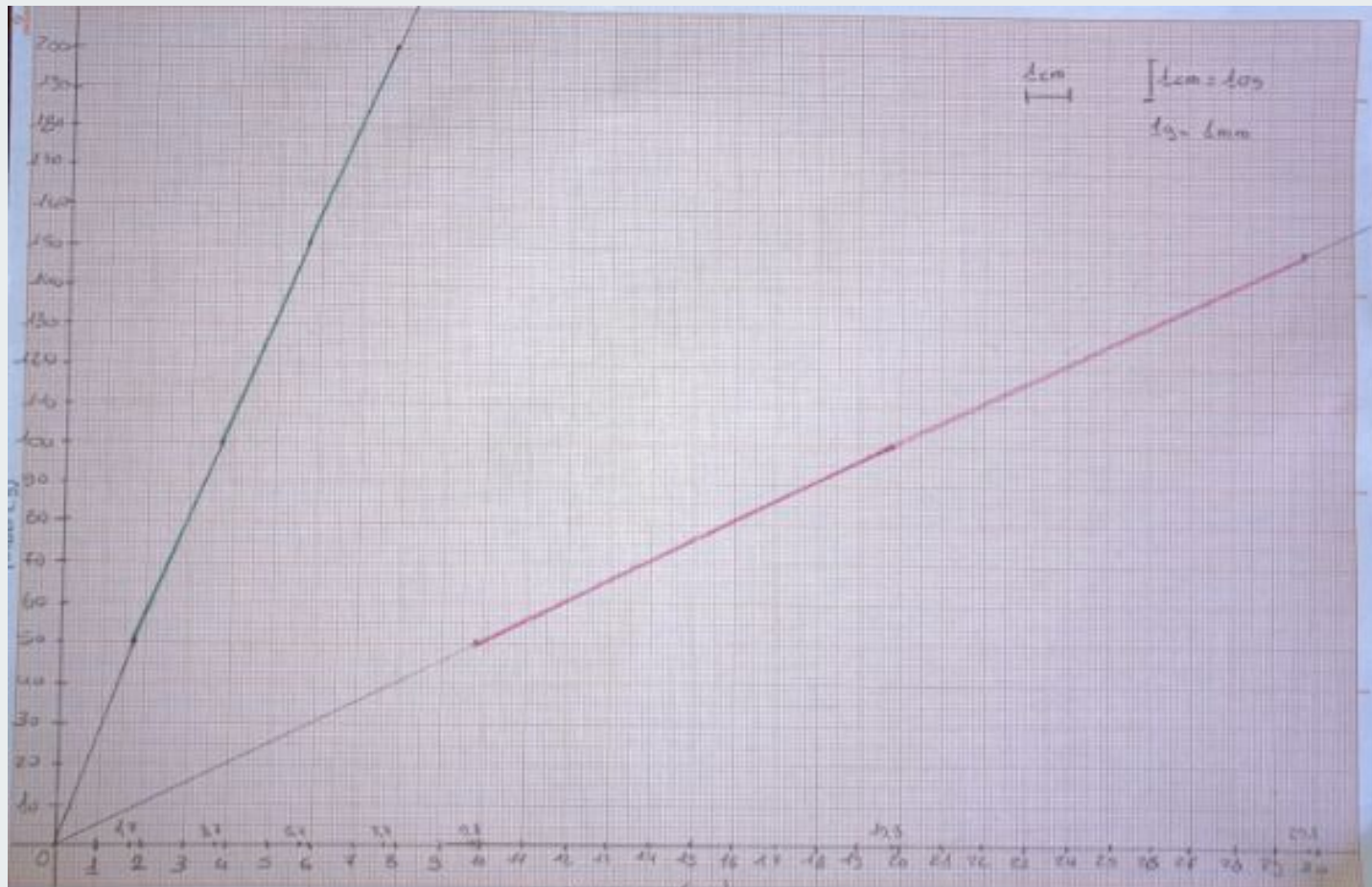
Abbiamo anche qui calcolato il valore medio e la semi-dispersione,

Valore medio:  $(5,10 + 5,05 + 5,03 + 5,08 + 4,92) : 5 = 25,18 : 5 = 5,036 = 5,04$  cm

Semi-dispersione:  $(5,10 - 4,92) : 2 = 0,18 : 2 = 0,9$

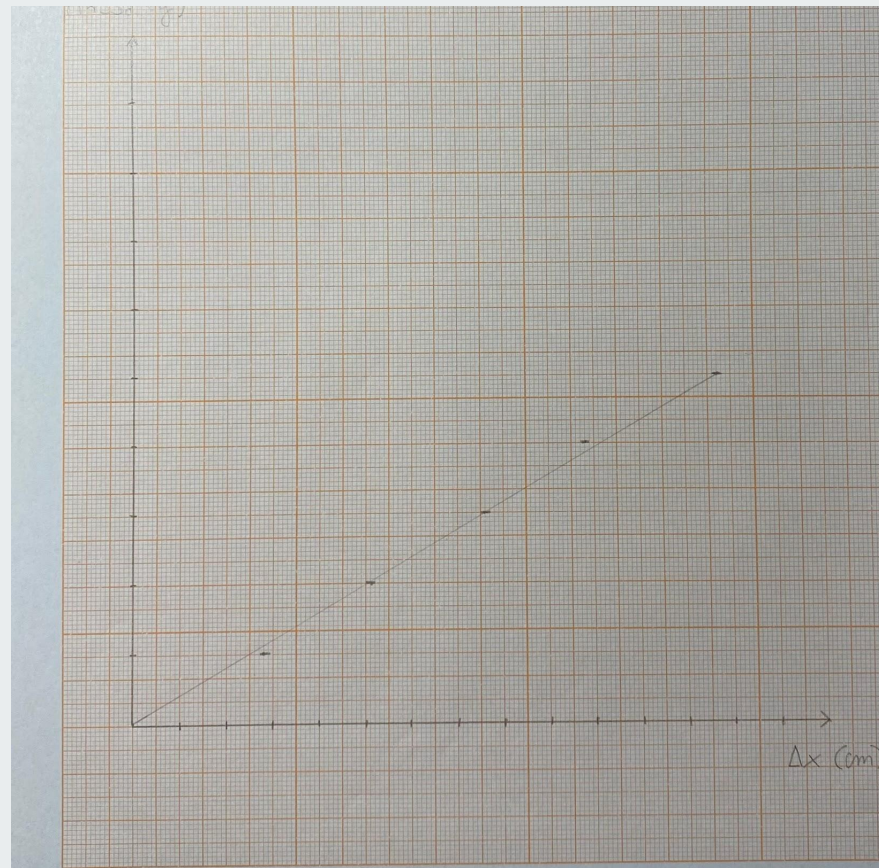
Possiamo concludere che, anche qui è presente una costante tra una misura e un'altra.

dal diario di bordo di B.M.



Questa lezione è stata dedicata al trattamento dei dati, come il calcolo del valor medio e della semidispersione di  $k$ . Abbiamo visto anche come mettere sul grafico l'incertezza dovuta alla misura dell'allungamento ed è stato fatto un FIT grafico con i dati della seconda molla.

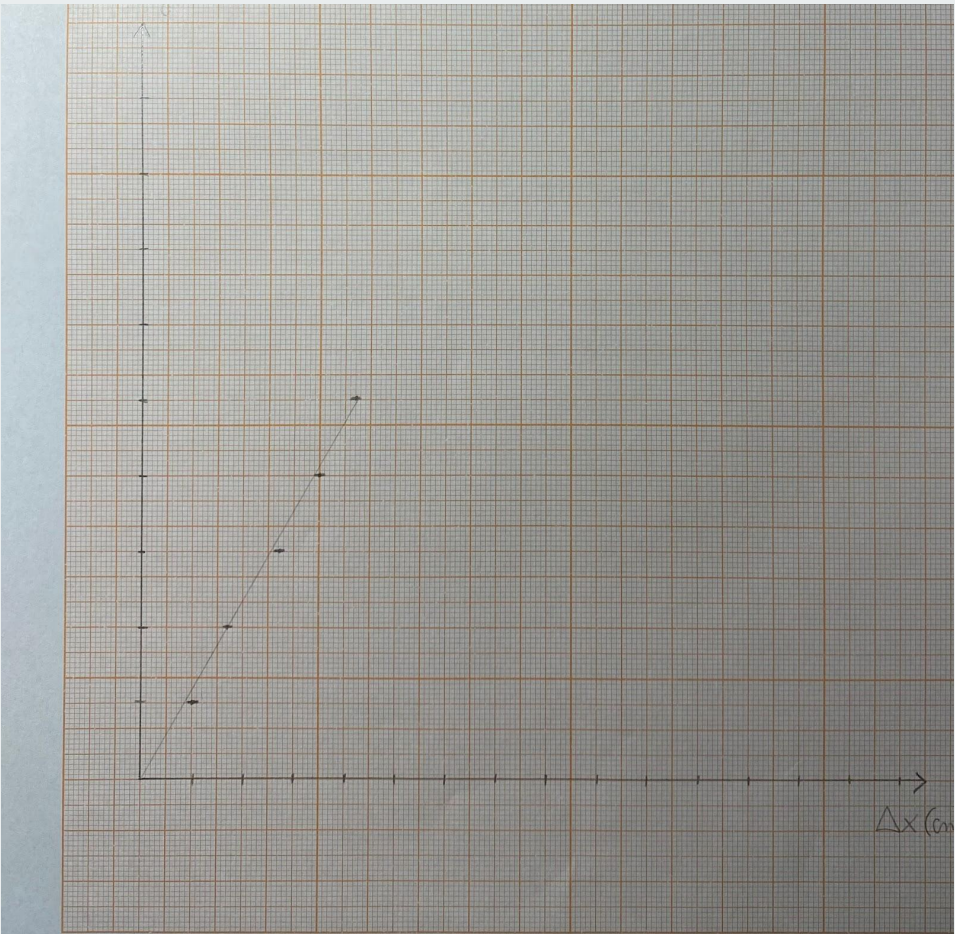
I ragazzi hanno poi misurato il rapporto tra i segmenti verticali e i corrispondenti orizzontali del grafico della seconda molla e hanno osservato che il risultato è molto vicino al valor medio della costante elastica della molla.





Chiedo se hanno scoperto a quale molla corrispondeva la retta con maggior pendenza, rispondono sicuri che era quella più rigida, qualcuno lo ricordava, altri hanno detto che se ci mettevano lo stesso peso dell'altra, quella più rigida si allungava meno, lo hanno ricostruito dal grafico. Chiedo come fosse la costante elastica di questa molla rispetto all'altra, dicono che era maggiore.

Dal diario di bordo di G.B [...] *“Ho capito che le molle sono state “messe alla prova” con gli stessi grammi di peso, ma hanno reagito diversamente, visto che la molla più rigida ha avuto un allungamento minore, allora la distanza dei suoi punti dall'asse Y sarà minore, di conseguenza la retta rappresentante la molla risulterà più ripida. Ho poi concluso che più la costante(k) è maggiore, più la molla è rigida.”*[...]



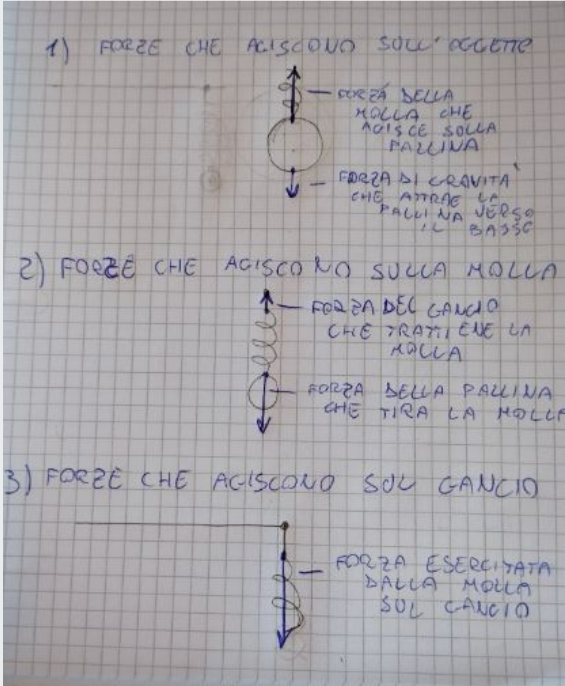




Non parlo di coefficiente angolare della retta, la collega di matematica introdurrà questo concetto alla fine della prima. Sarà comunque interessante vedere se i ragazzi in quel momento collegheranno la costante elastica della molla ricavata in questo modulo al valore della pendenza della retta e il concetto di diretta proporzionalità a quello grafico di una retta passante per l'origine.

Per casa devono disegnare la molla appesa e rappresentare le forze che agiscono sul pesino, sulla molla, sul gancio, sull'asta.

Dal diario di bordo di E.C.





Dal diario di bordo di A.S.

Dai diari di bordo vedo che alcuni studenti hanno rappresentato le forze in modo più corretto rispetto ad altri.

Riprenderò in classe questo punto in seguito.





In questa lezione siamo in laboratorio di fisica.

Prima di iniziare la nuova attività, chiedo di spiegare il concetto di diretta proporzionalità, lo espongono correttamente. Chiedo che cosa rappresenta il  $K$  e mi dicono che è la costante elastica della molla, che, data una molla, questa grandezza è costante finché non si deforma troppo; dicono che il suo valore dipende dal rapporto tra peso attaccato e da quanto si allunga la molla.

Hanno a disposizione due dinamometri per gruppo, tarati in newton. Chiedo di osservare, parlano tra di loro, ragionano sulla scala graduata del dinamometro, si sono accorti che le scale graduate non sono uguali. Dico che quello è lo strumento di misura delle forze e chiedo di dirmi che differenze notano con la molla semplice. Dicono che c'è una  $N$  maiuscola incisa sulla plastica insieme a delle tacche.

Dico che  $N$  sta per newton che è l'unità di misura delle forze, loro subito osservano che con la molla avevamo considerato i grammi, rispondo che hanno ragione. Chiedo di prendere nota della portata dello strumento e di quanto valgono le divisioni per ciascun dinamometro.

Poi chiedo di appendere i pesetti dopo aver misurato la loro massa e di costruire una tabella per ogni dinamometro con tre colonne: peso in  $g$ , forza in  $N$ , allungamento in  $cm$  (misurato con il righello).

Passo tra i banchi e noto che hanno visto che le divisioni in un dinamometro non sono uguali ai centimetri, li lascio parlare tra loro.

Controllo i quaderni e vedo che stanno procedendo correttamente.



Dal diario di bordo di M.B. :

La prof ci chiede: "che differenza c'è tra il dinamometro e una molla?"

Il dinamometro ha la scala graduata con i newton; però il dinamometro con la scala graduata dei centimetri la prof la definisce una "molla con i centimetri"; per farla diventare un dinamometro bisogna dire quanti N ci sono in 1 centimetro trovando il k: ad esempio

Per casa devono aggiornare il diario e rispondere alla domanda: che relazione c'è tra cm e N nei due dinamometri?

Dal diario di G.T.: *"La professoressa per casa ci ha dato da rispondere alla seguente domanda : Che relazione c'è tra Newton e cm?"*

*Nel mio caso la relazione che c'era tra i due era di 0,2 perché se io divido la forza per l'allungamento mi torna come risultato 0,2 .*

*In poche parole si potrebbe dire che la costante della molla è di 0,2 N/cm."*



Durante questa lezione siamo in classe. Chiedo di rappresentare sul quaderno le forze che agiscono sul corpo appeso, sulla molla e sul punto di sospensione, poi viene alla lavagna uno studente e disegna. Modero la discussione tra gli studenti e arrivano alla conclusione che le due forze che agiscono sulla massa devono avere la stessa lunghezza, cioè lo stesso modulo, la stessa direzione e verso opposto. Chiedo chi esercita la forza di attrazione gravitazionale, mi rispondono sicuri la Terra, chiedo chi esercita la forza verso l'alto, mi rispondono il gancio, chiedo se sono forze a contatto o a distanza, mi rispondono correttamente.

Allo stesso modo discutiamo sulle forze che agiscono sulla molla e sul gancio in alto. Parlano usando il lessico corretto, usano bene i vettori per rappresentare le forze sui vari oggetti, iniziano a comprendere che le forze che si rappresentano su un corpo sono quelle che il corpo subisce e non quelle che esso esercita, quelle vanno disegnate sull'altro corpo. Iniziano a sviluppare il concetto di interazione tra due corpi, a cercare il soggetto che esercita la forza e il corpo sul quale la forza agisce.

Mi sembra che usino correttamente, fin qui, il concetto di forza a distanza e di contatto.

A questo punto, richiamando la diretta proporzionalità tra forza della molla e allungamento, scrivo la legge di Hooke. Chiedo di controllare le unità di misura delle grandezze e dico che l'allungamento, se vogliamo usare le unità di misura del S.I., deve essere espresso in metri e, di conseguenza, la costante della molla in N/m.



Inizio la lezione proponendo la seguente domanda alla quale gli studenti devono rispondere sul quaderno:

“Che cosa è il peso di un corpo?”

Le loro risposte, che scrivo alla lavagna, sono:

E' qualcosa che dipende dalla massa del corpo, ma non solo.

E' una forza che agisce su una superficie.

E' la massa per la gravità.

E' la forza che esercita la gravità su un corpo.

Chiedo se massa e peso sono la stessa cosa. Dicono di no, ma non sanno dire perché sono differenti.

A questo punto faccio l'esempio dell'astronauta sulla Terra e sulla Luna e guardiamo il video

[https://www.youtube.com/watch?v=V\\_o7mkmfptI](https://www.youtube.com/watch?v=V_o7mkmfptI) dal minuto 3.

Gli studenti si confrontano ed espongono le loro riflessioni, io non intervengo e medito la discussione.

Al termine possiamo concludere che:

-La massa dell'astronauta è la stessa sia sulla terra sia sulla luna.

-Il suo peso cambia a seconda che l'astronauta si trovi sulla Terra o sulla Luna ( o in base al pianeta su cui si trova).

-Il peso di un corpo di massa  $M$  è la forza con cui la massa di un pianeta su cui si trova il corpo attrae la massa del corpo.

Qualche studente precisa che allora il peso dipende dal pianeta, io preciso che dipende, non solo ma anche, dalla massa del pianeta.



Gli studenti dicono subito che se il pianeta ha massa maggiore allora il corpo pesa di più, G. D. chiede “*allora su Giove uno pesa tantissimo...*”

A questo punto scrivo la relazione tra massa e peso, molti di loro dicono che  $g$  ha il valore di 9,81, faccio ricavare l'unità di misura N/kg e dico che tale valore è quello medio sulla superficie della Terra.

Chiedo se conoscono il valore di  $g$  sulla Luna o su Giove, dico di cercare in rete e trovano in poco tempo i valori.

Chiedo che cosa succede se l'astronauta va in una zona dello spazio dove non ci sono pianeti che lo attraggono, sono convinti nell'affermare che l'astronauta ha massa ma è senza peso.

Iniziamo a porre il concetto che la parola massa indica una proprietà dei corpi, mentre il peso è una forza, che dipende dalla massa del corpo, ma non solo.

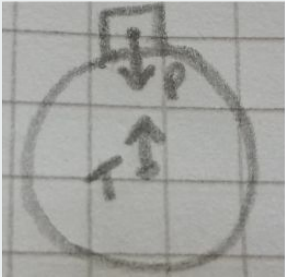
Preciso che esiste in natura la forza tra masse, si chiama forza di interazione gravitazionale e il peso, o forza peso, è un caso particolare di questa forza. Chiedo di rappresentare la seguente situazione con una domanda: “Pensate a un corpo sulla Terra sulla cui massa agisce la forza di attrazione da parte della massa della Terra e alla forza che la massa del corpo esercita sulla massa della Terra. Le due forze hanno lo stesso modulo?”.



Sono perplessi, allora chiedo di ricordare come avevano ragionato nel caso della spinta sul muro. Rispondono che la forza sulla Terra è uguale alla forza sul corpo.

Dico che queste due forze sono *forze gemelle*, così come lo erano la forza sul muro e quella sulla mano. Chiedo di specificare bene chi esercita la forza e chi la subisce.

Dal quaderno di A.S.



A questo punto richiamo il caso dei magneti del Geomag: in quel caso avevano detto che il magnete più piccolo si muoveva e non quello più grande perché la forza che il magnete piccolo esercitava su quello grande era minore rispetto alla forza che il magnete grande esercitava su quello piccolo. Chiedo se vogliono modificare il loro pensiero, dicono che è come nell'esempio appena fatto, le forze sui due corpi hanno lo stesso modulo, ma si muove *il corpo più piccolo*. Questi passaggi sono importanti per iniziare a maturare il concetto di interazione.

Sottolineo che nessun studente ha esplicitato verbalmente la possibilità di una relazione tra cambio dello stato di moto e applicazione della forza, in questo momento va bene così per non caricare troppo il processo di apprendimento.

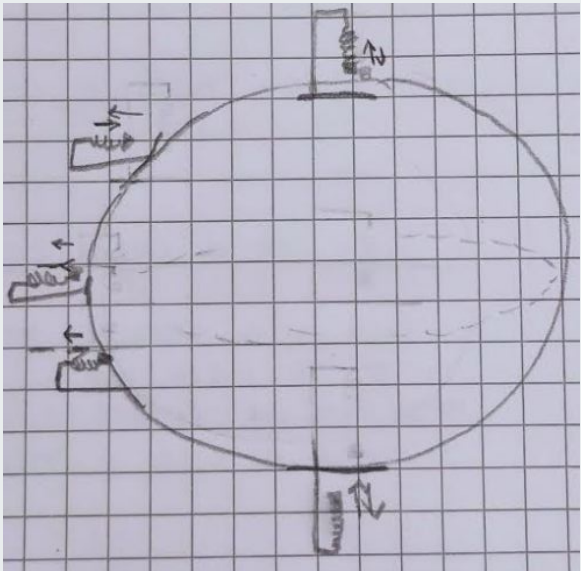
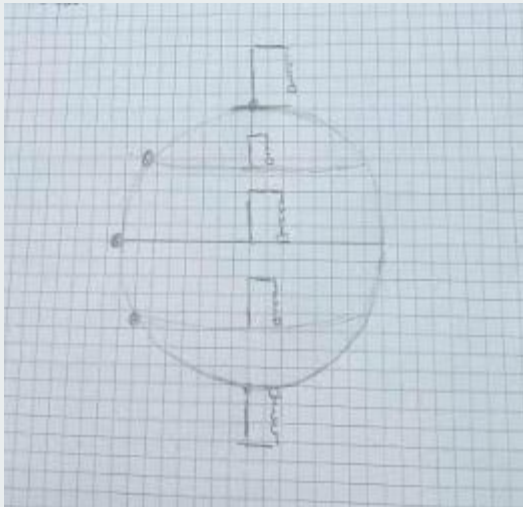
Per casa devono aggiornare il diario di bordo.





Inizio questa lezione in classe disegnando una sfera alla lavagna che rappresenta la terra e propongo il seguente esercizio: schematizzare una molla appesa all'asta con una massa attaccata ad essa al polo nord, al polo sud, all'equatore e a due latitudini intermedie.

Borbottano, parlano tra di loro e iniziano a disegnare. Dopo qualche minuto passo tra o banchi. Alcuni disegni sono corretti, altri sono simili a questi:



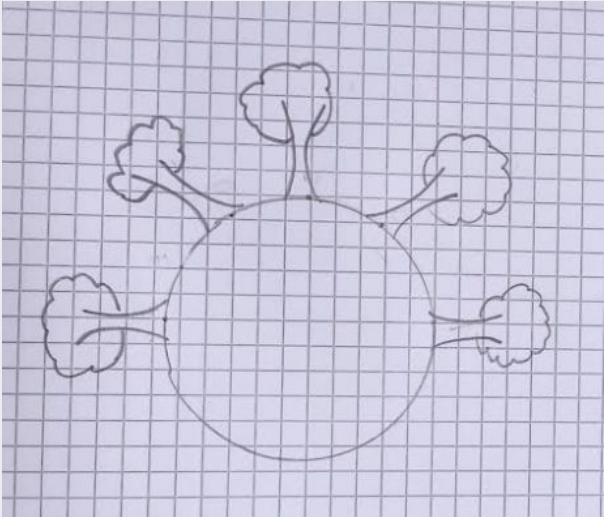


Chiedo allora di disegnare un albero al posto della molla negli stessi punti in cui hanno disegnato le molle, gli studenti sorridono, forse pensano che la domanda sia bizzarra.

I disegni sono praticamente tutti corretti, chiedo di applicare lo stesso ragionamento alla molla.

Gli studenti dicono di aver capito l'errore, consiglio di non correggere i disegni sbagliati, ma di farne dei nuovi e di confrontarli.

I disegni delle molle ora sono corretti. A questo punto chiedo di disegnare la forza peso che agisce sulla massa e la forza del gancio. Dal controllo del diario di bordo degli studenti ho visto che i disegni della molla posta su vari punti della terra sono stati corretti e che la rielaborazione scritta sulla differenza tra massa e peso va bene.





Adesso disegno alla lavagna un mattone appoggiato su un tavolo e chiedo di pensare alle forze che agiscono sul mattone. Dicono subito “ la forza peso” allora chiedo perché il corpo non cade; rispondono che c'è il tavolo quindi... Dicono che il tavolo impedisce al corpo di cadere, chiedo di provare a spiegare pensando alle forze, mi dicono che il tavolo esercita una forza sul mattone; chiedo come è questa forza, mi rispondono che è uguale e opposta.

A questo punto chiedo se quella del tavolo sul mattone è una forza a distanza o a contatto, dicono sicuri che è a contatto. Domando com'è la forza peso sul mattone. A distanza. Chiedo qual è la forza gemella della forza peso che agisce sul mattone, rispondono che è la forza che il mattone esercita sulla terra. Chiedo di disegnare di blu i vettori che rappresentano queste due forze.

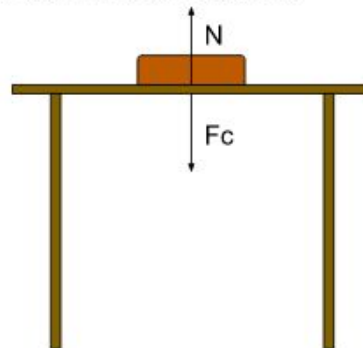
Poi chiedo di disegnare di rosso la forza che il tavolo esercita sul mattone e chiedo qual è la sua forza gemella, qualcuno risponde che è la forza peso, ma subito altri studenti dicono di no perchè la gemella della forza peso è quella che il mattone esercita sulla terra. A questo punto dico che il mattone esercita sul tavolo, quando vi è appoggiato, una forza di contatto che è uguale alla forza peso, ma non è la forza peso.

Prendo come esempio il libro di fisica appoggiato sulla cattedra e chiedo di applicare il ragionamento appena fatto. Sollevo il libro e chiedo se c'è la forza peso, dicono di sì poi chiedo se c'è la forza del tavolo dicono di no perchè non è appoggiato. Iniziano a capire... Devono fare il disegno delle forze sul mattone e sul tavolo e indicare le gemelle.



Dal diario di bordo di E.G.

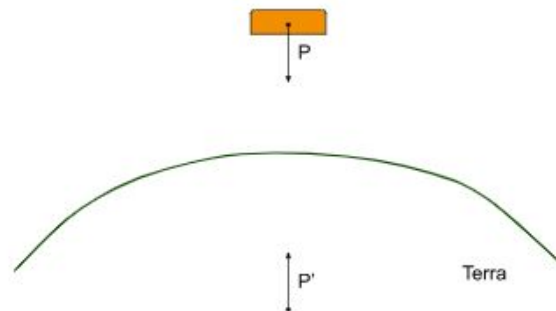
### FORZE CHE AGISCONO SUL PIANO DEL TAVOLO



$F_c$  = forza di contatto gemella di  $N$

$F_c$  e  $N$  sono gemelle

La forza peso del mattone agisce su lui stesso e non sul tavolo; il mattone vorrebbe andare verso il basso, ma il tavolino non la fa andare giù tramite una forza di contatto. Poi ci siamo chiesti: "chi fa  $F_c$ ?" "La forza di contatto tra il tavolino e il mattone".



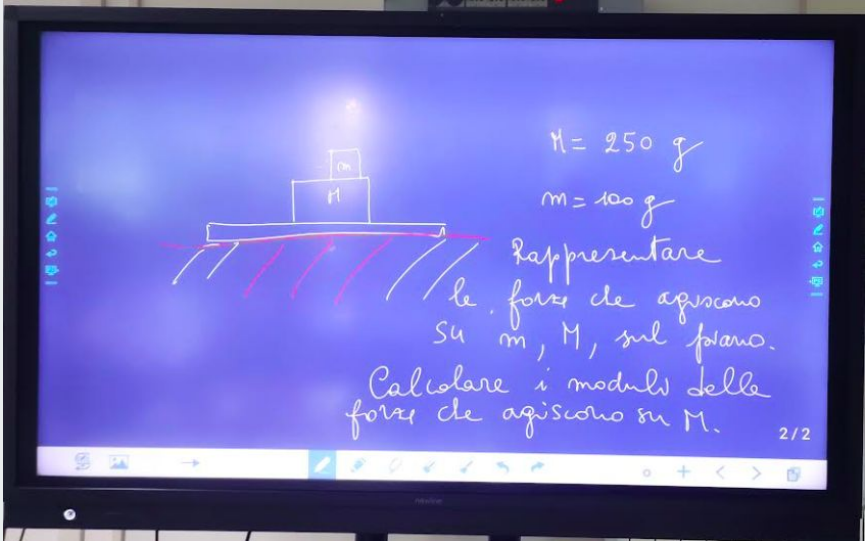
Anche in questo disegno,  $P$  è esercitata dal centro della Terra e  $P'$  è esercitata dal mattone, queste due forze sono gemelle perchè sono uguali/opposte.



Anche se il primo disegno non è chiaro, il ragionamento è corretto. A lezione devo ascoltarli per sentire come si esprimono e mi sembra che abbiano capito che la forza di contatto che fa il mattone sul tavolo non è la forza peso, anche se è uguale in modulo. Devo dire che devono specificare chi fa la forza  $N$  e su cosa la esercita, e così anche per la forza  $F_c$ . Devono risolvere il seguente problema sul quaderno e fare attenzione a come ragionano per rispondere ai vari punti.

Osservo che sono impegnati nel cercare di disegnare i vettori, io passo tra i banchi e noto che, mentre alcuni hanno iniziato a rappresentare, altri sono in crisi.

Dico di provare a pensare come avevano fatto nel caso di un solo corpo appoggiato sul tavolo.





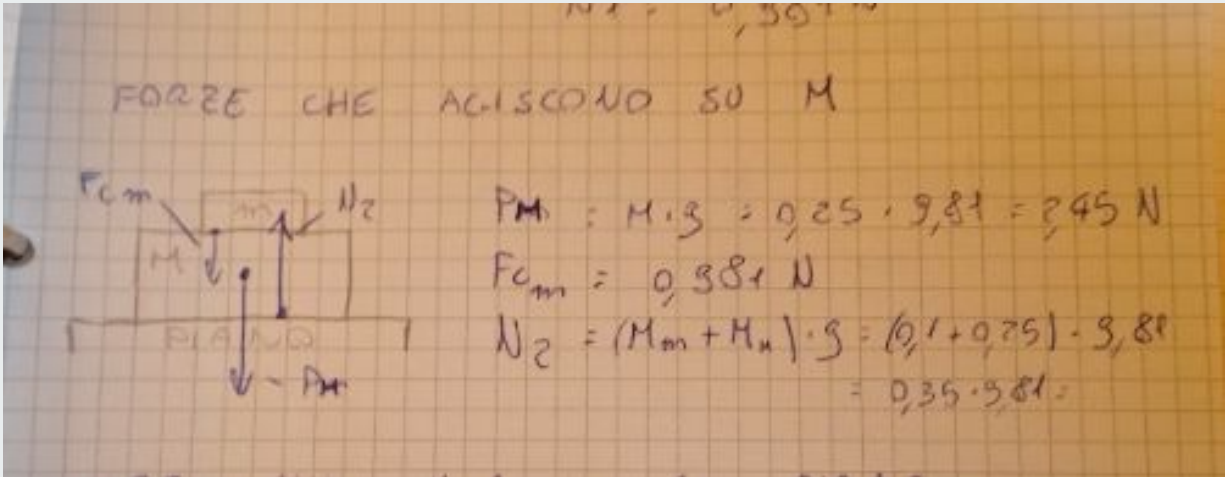
Dai loro diari di bordo:

### FORZE CHE AGISCONO SU M

$N_2$  rappresenta la forza di contatto con il piano del tavolo,  $P_M$  la forza peso di M e  $F_{cm}$  la forza di contatto con m. Per trovare il modulo abbiamo svolto i seguenti



Dai loro diari di bordo:



Noto, senza dirlo ai ragazzi, che ancora non hanno chiaro che se due forze hanno lo stesso modulo, la lunghezza del vettore che le rappresenta deve essere uguale.



Questa lezione si svolge in laboratorio.

Consegno a ciascun gruppo di studenti un blocco a forma di parallelepipedo avente una faccia ricoperta di fòrmica e una di carta vetrata. Chiedo che cosa succede se provano a far scorrere sul banco il blocco con a contatto la superficie con la carta vetrata e poi quello con la fòrmica. Mi rispondono che la carta vetrata è più ruvida, quindi fa più attrito ( io non ho ancora parlato di attrito ).

Dico di usare il dinamometro cercando di tirare con la mano ferma il blocchetto e osservare che cosa succede.

Chiedo di dire che cosa hanno misurato con il dinamometro, mi rispondono che hanno misurato la forza d'attrito. Chiedo quale forza d'attrito, visto che il dinamometro si è allungato un po' prima che il blocco iniziasse a muoversi. Pensano e non sanno cosa rispondere. Allora suggerisco di tirare leggermente il dinamometro e chiedere quali forze agiscono sul blocchetto in orizzontale.

Dicono che agisce la forza del dinamometro che tira e la forza d'attrito. Dico di aumentare leggermente la forza con la mano e di leggere la misura sul dinamometro, che forza è?

Rispondono che è sempre la forza di attrito, dicono che si oppone alla forza che vorrebbe mettere in movimento il blocchetto. Poi chiedo di aumentare piano piano e leggere la misura un attimo prima che il blocco si muova. Fanno la misura e chiedo che forza hanno misurato: hanno visto che nel momento in cui il blocco si muoveva il dinamometro segnava un valore inferiore.

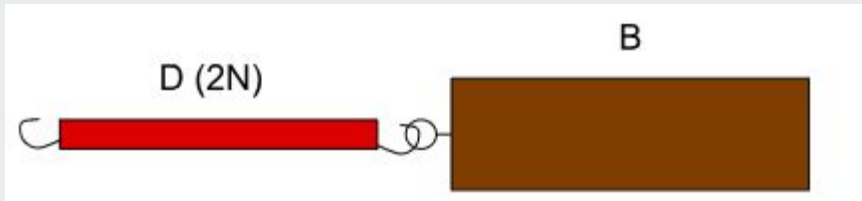
Hanno notato che un attimo prima che il blocco si spostasse la forza d'attrito era più grande, quindi io dico che quella che leggevano prima dell'avvio del blocco era la max forza d'attrito. Chiedo poi di misurare la massima forza d'attrito con il blocco appoggiato sulla superficie con la fòrmica, poi con la carta vetrata. In questa esperienza ciascun gruppo ha 3 dinamometri con differente portata e un blocchetto con carta vetrata e fòrmica.





dal diario di bordo: “ **ESERCIZIO CON DINAMOMETRO E BLOCCO** ”

*Il blocco ha due superfici: una più liscia ed una ruvida (carta vetrata), abbiamo svolto l'esperimento su entrambi gli strati.*



*Abbiamo agganciato al blocco B il dinamometro ed abbiamo iniziato a tirare quest'ultimo fino a quando il blocco non si muoveva. Se muovo più velocemente la molla il blocco si sposta più velocemente; al contrario se muovo lentamente la molla il blocco B si sposta più lentamente.*

### **DINAMOMETRO 2 N (portata)**

*Stato liscio —> 0,52/0,54 N max forza d'attrito*

*Strato ruvido —> 1,12 N max forza d'attrito*



Nella lezione successiva chiedo se la differenza tra i due valori misurati era prevedibile, mi rispondono di sì, gli studenti aggiungono che la superficie con la carta vetrata è più ruvida e che l'attrito è maggiore. Inoltre hanno notato che è necessario tirare il dinamometro in modo costante e lentamente per ottenere una buona misura della massima forza d'attrito.

Dico che dobbiamo misurare la massima forza d'attrito tra blocchetto e banco aumentando il carico sul blocchetto al quale è agganciato il dinamometro. Chiedo come si può stabilire la forza premente sul banco, gli studenti dicono che è una forza di contatto uguale alla forza peso. Dico di costruire una tabella con due colonne, forza massima d'attrito e forza premente sul banco. Sono gli studenti che conducono l'esperienza e scrivono alla lavagna i risultati delle misure.

Io non dico niente ma alla terza misura alcuni di loro asseriscono che si può provare a calcolare il rapporto tra la forza d'attrito e la forza premente. Chiedo il motivo e mi rispondono che hanno osservato una certa regolarità tra le due forze e che vogliono vedere se è come nel caso della molla, cioè se il rapporto resta costante. Fanno 5 misure e dai calcoli trovano che il rapporto tra le due forze è costante. Mi chiedono che cosa fisicamente rappresenti la costante trovata, io non rispondo alla domanda e chiedo di pensare alle grandezze coinvolte.

Mi rispondono che hanno fatto il rapporto tra la forza premente e la massima forza d'attrito e che il loro rapporto si mantiene costante anche se le forze cambiano. A questo punto dico che hanno misurato un numero: il coefficiente di attrito statico tra le due superfici a contatto e aggiungo che il valore dipende dal tipo di superficie. Mi dicono che la volta precedente avevano visto che la forza d'attrito dipendeva dal tipo di superfici a contatto. Scrivo la legge della forza d'attrito statico.

Poi chiedo di misurare la massima forza d'attrito nella seguente situazione:

Cerco di applicare con il dito una forza costante e chiedo che cosa è cambiato rispetto alla situazione precedente. Alcuni dicono che in questo caso non si può conoscere la forza premente.

Chiedo se la relazione tra le forze è cambiata.

Pensano, poi parlano tra di loro, poi qualcuno dice di no, che il coefficiente d'attrito non cambia e che se anche sono cambiate le forze, la relazione tra esse è la stessa di prima.

Dal diario di bordo: "...*Ci ha poi fatto un'altra domanda: la forza premente è solo la forza peso del blocchetto? noi abbiamo risposto di no perché può essere anche la forza di una mano*".





Dai due diari di bordo .....

	$F_A \text{ MAX (N)}$	FORZA DI CONTATTO (N)	$F_A \text{ MAX} : \text{FORZA DI CONTATTO}$
3' blocchetti	0,6 N	1,38 N	$0,6 : 1,38 = 0,43$
2 blocchetti	1,2 N	2,76 N	$1,2 : 2,76 = 0,43$
1' blocchetti	1,9 N	4,14 N	$1,9 : 4,14 = 0,46$
2 blocchetti + 1 pesino (0,68 N)	1,43 N	3,44 N	$1,43 : 3,44 = 0,42$
1 blocchetto + 1 pesino (1,84 N)	1,38 N	3,22 N	$1,38 : 3,22 = 0,43$

- sull'asse delle x mettiamo il peso  
 - sull'asse delle y mettiamo la massima forza di attrito  
 $1 \text{ N (sull'asse delle x)} = 2 \text{ quadrati (grandi)}$   
 $1 \text{ N (sull'asse delle y)} = 2 \text{ quadrati (grandi)}$



	$F_A \text{ MAX (N)}$	FORZA DI CONTATTO (N)	$\frac{F_A \text{ MAX (N)}}{\text{FORZA DI CONTATTO (N)}}$
1 blocchetto	0,6 N	1,38 N	$0,6 : 1,38 = 0,43$
2 blocchetti	1,2 N	2,76 N	$1,2 : 2,76 = 0,43$
3 blocchetti	1,9 N	4,14 N	$1,9 : 4,14 = 0,46$
2 blocchetti + 1 pesino (0,68 N)	1,43 N	3,44 N	$1,43 : 3,44 = 0,42$
1 blocchetto + 1 pesino (1,84 N)	1,38 N	3,22 N	$1,38 : 3,22 = 0,43$



Dal diario di bordo di una studentessa

[...]

*Successivamente ad aver fatto queste misure abbiamo ragionato su quali fossero tutte le forze che agiscono sul blocchetto. Alla fine siamo arrivati a questa conclusione:*

- *forza peso*
- *forza normale*
- *forza esercitata attraverso il dinamometro*
- *forza di attrito*

*la forza di attrito è contraria a quella che si esercita con il dinamometro.*

*La forza di attrito è massima solo prima che il blocchetto si muova , anche quando il blocchetto non si muove noi misuriamo la forza di attrito, solo che non misuriamo la massima forza di attrito.*

*-esempio:*

*se io, con il dito, premo sul blocchetto la forza di contatto tra le superfici è:*

*forza di contatto (= forza peso) + forza del dito*

*con ciò riusciamo a capire che la forza di attrito cambia, oltre che al tipo di superficie, anche a seconda della forza che è esercitata su essa [...]*



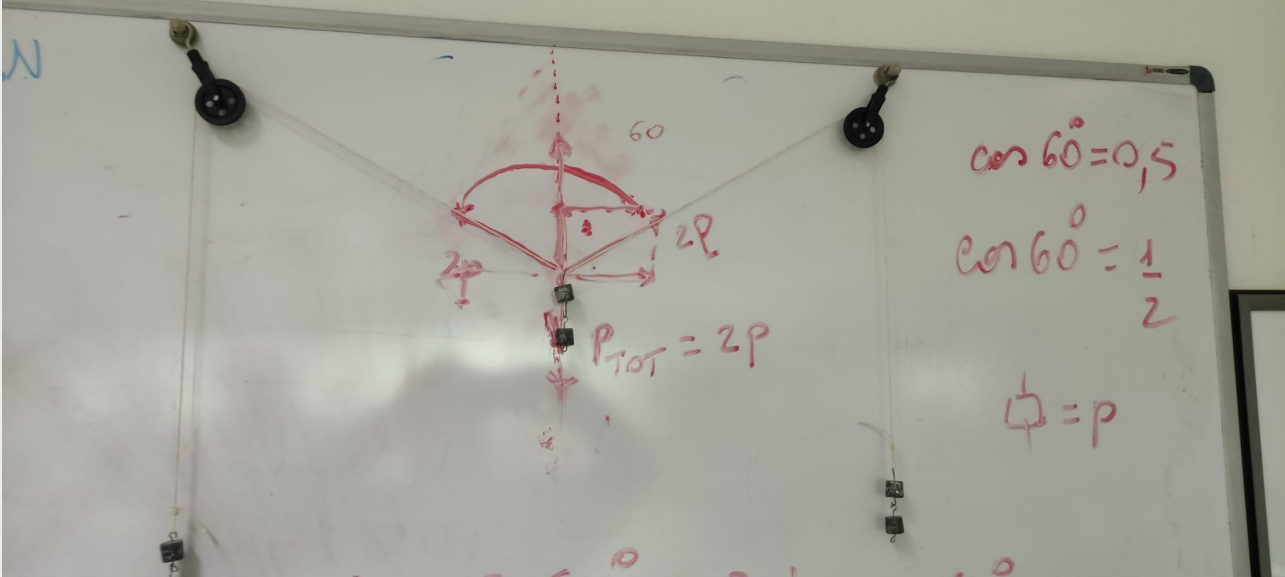
In laboratorio propongo la seguente situazione e chiedo di esprimere a parole quello che osservano. Dicono che i pesini centrali e quelli laterali sono in equilibrio ( non ho ancora parlato di equilibrio ), che i pesini laterali in totale sono 4 e quelli centrali 2, inoltre i pesini sembrano tutti uguali. A questo punto chiedo di disegnare le forze che agiscono sui pesi centrali, mi dicono che c'è la forza del filo e la forza peso.

Dico che la forza del filo è diretta lungo il filo  
( non voglio ancora parlare del concetto di tensione del filo ).





L'angolo viene misurato con il goniometro e dopo qualche discussione si giunge al seguente disegno condiviso:



Dopo aver misurato l'angolo, chiedo agli studenti di calcolare le componenti verticali delle forze dei fili. Essi concludono che la loro somma è uguale alla forza peso del pesino centrale. G.T. commenta che la forza peso non ha componenti orizzontali e che le forze dei fili hanno componenti orizzontali uguali e opposte. Realizziamo alla lavagna magnetica altre configurazioni con i pesi.

Devono aggiornare il diario di bordo.



Durante lo svolgimento del percorso sono stati proposti numerosi esercizi e problemi tratti anche dal libro di testo da eseguire per casa.

Una buona buona parte di questi sono stati corretti e discussi in classe.

Dopo una lezione dedicata ad una esercitazione pre-compito, si è proceduto alla verifica di fine modulo.





# Verifica degli apprendimenti

Tipologie impiegate:

- Valutazione dei diari di bordo individuali
- Domande scritte a risposta aperta
- Risoluzione di esercizi e problemi con costruzioni geometriche e calcoli

Si è ritenuta essenziale la valutazione del diario di bordo individuale, vista l'importanza che assume la riflessione scritta sul percorso di apprendimento nella costruzione attiva del sapere. Si allega la GRIGLIA di misurazione-valutazione costruita al bisogno.

# Griglia per la valutazione del diario

Griglia di misurazione-valutazione del diario di bordo

Descrittori	Assente	Parziale/ Carente	Sufficiente	Buono	Ottimo
	1	2	3	4	5
Descrizione e analisi del problema					
Documentazione allegata (disegni, foto, immagini, ...)					
Ideazioni di ipotesi di soluzione e verifica					
Espressione dei concetti					
Rispetto dei tempi di consegna					
<b>Totale</b>					
Max=25 voto 10 Suff=15 voto 6 Minimo=5 voto 2					

Il punteggio dei descrittori è mediato sui singoli stati di avanzamento del lavoro, per un totale di quattro.

# Esempi di prove di verifica

Classe 1°D Scientifico. A.S. 2022-23. Verifica di fisica. Modulo: Introduzione al concetto di forza.

1. La professoressa di fisica spinge il muro tenendo il braccio perpendicolare alla parete. La forza che la professoressa esercita sul muro è 45 N.
  - a. Fai un disegno che rappresenti la situazione con la forza sul muro.
  - b. Che forza esercita il muro sulla mano della professoressa? Disegna questa forza.
  - c. Quanto vale il modulo della forza che il muro esercita sulla mano della professoressa?
2. Nel seguente disegno è rappresentato un corpo appeso a una molla. Disegna le forze che agiscono sul corpo. Le forze che hai disegnato sono forze gemelle? Spiega.



3. La molla A viene tirata con una forza di 6,3 N e si allunga di 4 cm. La molla B viene tirata con una forza di 4,5 N e si allunga di 0,050 m. Quale delle due molle è la più rigida? Spiega il ragionamento e motiva i calcoli.

1D scientifico/ sportivo

4. In figura sono rappresentate due scatole uguali una sopra l'altra appoggiate sul pavimento.



Ciascuna scatola ha un peso di 10 N.

- a. Disegnare le forze che agiscono sulla scatola superiore.
  - b. Disegnare le forze che agiscono sulla scatola inferiore.
  - c. Quanto vale la forza che la scatola superiore esercita su quella inferiore?
  - d. Quanto vale la forza che la scatola inferiore esercita sul pavimento?
5. Il peso di un blocco di legno è 7,5 N ed è appoggiato su una superficie ruvida. Il coefficiente d'attrito tra le due superfici è 0,43. La professoressa esercita con un dito una forza premente sul blocchetto di 3,4 N.
    - a. Disegna le forze che agiscono sul blocco di legno.
    - b. Con quale forza bisogna tirare il blocco di legno perché inizi a muoversi? Spiega il ragionamento.
  6. Ad un corpo sono applicate due forze, F1 di modulo 5 N e F2 di modulo 8 N, l'angolo tra le due forze è 25.
    - a. Fai un disegno che rappresenti la situazione.
    - b. Disegna la forza risultante.
    - c. Calcola il modulo della forza risultante.

Punteggio. 20 punti per ogni esercizio svolto correttamente e ben argomentato.  
Sufficienza: 60 punti.

# Esempi di prove di verifica

Classe 1 C scientifico

## Compito di fisica

Nome e Cognome:

1) Una molla ha costante elastica 8 N/cm; che cosa significa in pratica? E' più dura o più morbida di una molla con costante elastica 25 kg/m? Che massa bisogna appendere alla prima molla per allungarla di 3,5 cm? (Esprimi il risultato in grammi).  
Se si tira la suddetta molla con una forza di 20,5 N di quanto si allunga?

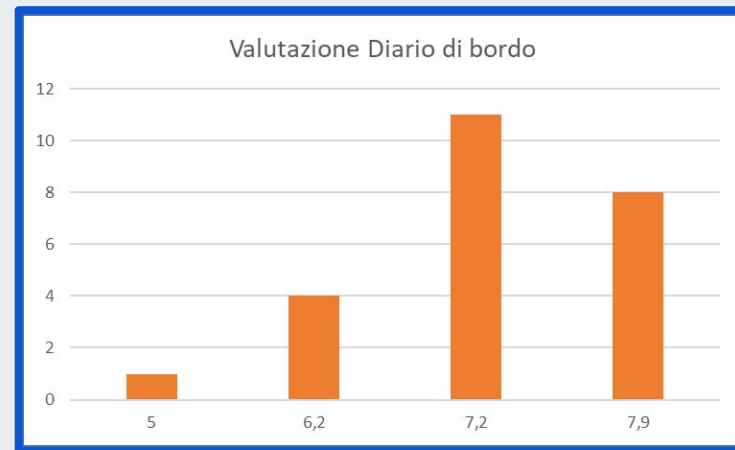
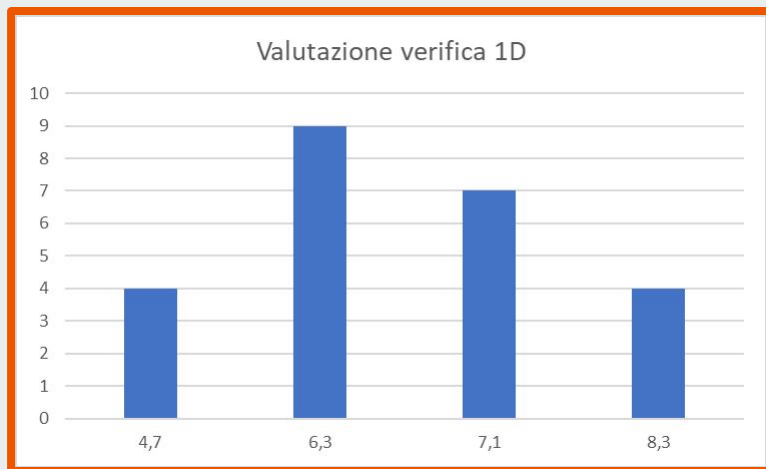
2) Un grosso scatolone pieno di oggetti ha una massa complessiva di 16 kg.  
a. Esprimi il peso in N.  
b. Se il coefficiente d'attrito con il pavimento è 0,32 qual è la minima forza orizzontale che si deve esercitare per muovere lo scatolone?  
c. disegna lo schema delle forze agenti sullo scatolone.  
d. Se si applica una forza di 27 N per cercare di muoverlo, cosa accade? e quanto vale in questa situazione la forza d'attrito?  
e. Se si applica una forza di 40 N cosa accade? Quanto vale la forza d'attrito in questo caso?

3) Un astro esploratore parte dalla Terra alla scoperta dell'Universo, portando con sé una molla di costante elastica  $k=50 \text{ N/m}$  e una massa di  $200 \pm 5 \text{ g}$ . Girovagando fra le galassie visita 3 diversi pianeti A,B e C, sui quali misura delle lunghezze della molla pari a  $x_A = 8,0 \pm 0,1 \text{ cm}$ ,  $x_B = 4,1 \pm 0,2 \text{ cm}$  e  $x_C = 1,5 \pm 0,3 \text{ cm}$ . C' è un pianeta sul quale l'esploratore può affermare "Ah, qui mi sento a casa!"?

4) Un blocco di pietra di 10 kg è appoggiato su di un piano e ad esso è agganciato un dinamometro. La massima forza che posso esercitare (letta sul dinamometro) prima che il blocco inizi a muoversi è 50 N. Quanto vale il coefficiente di attrito del piano? Quanto vale la forza di attrito se esercito una forza di 30N? Cosa succede se tiro con una forza di 55N? Con quanta forza devo premere sopra al blocco per farlo resistere ad una forza esterna di 80N?

5) Illustra come era fatto e a cosa serviva l'apparato di laboratorio in cui si faceva uso del fascio laser (leva ottica).

# Risultati della classe 1 D scientifico/scientifico sportivo





## Commenti relativi ai risultati della verifica

La classe ha risposto bene alla metodologia adottata, con una partecipazione inizialmente titubante, poi vivace e propositiva.

- I risultati delle prove, come si vede nei grafici precedenti, appaiono soddisfacenti e in linea con il livello di competenza raggiunto dalla classe.

Della positività e dell'efficacia del percorso si è tenuto conto nello scrutinio finale.




## Valutazione dell'efficacia del percorso didattico

La valutazione sull'efficacia del percorso è decisamente positiva, per la possibilità che è stata data agli studenti di costruire il proprio sapere.

I preconcetti degli studenti si sono rivelati come un utile punto di partenza per il feedback. L'attività sperimentale pianificata è stata poi sviluppata utilizzando per quanto possibile le apparecchiature del laboratorio di Fisica. Vale la pena soffermarci sulla realizzazione della leva ottica "fatta in casa", che non ha permesso, per adesso, la raccolta di dati quantitativi ed è indubbiamente da perfezionare.

Le criticità sperimentate riguardano:

- i tempi stretti dovuti all'orario settimanale di sole 2 ore: non è stato possibile approfondire alcuni aspetti ritenuti essenziali in fase di progettazione;
- Il carico di lavoro per il docente sia in fase di programmazione che, soprattutto, in fase di implementazione della struttura del percorso;
- Il fatto che questo modulo disciplinare sia l'unico sviluppato dal consiglio di classe in modalità LSS;



# Valutazione dell'efficacia del percorso didattico sperimentato

Nel processo di verbalizzazione individuale scritta, il cui scopo primario è la memorizzazione delle conoscenze, i ragazzi vengono anche naturalmente portati a riflettere su quanto hanno osservato e fatto.

Più o meno consapevolmente dunque, essi mettono in atto più volte il meccanismo della metacognizione, estremamente significativo per la qualità del loro apprendimento, fino ad impadronirsene naturalmente.

Per questo riteniamo che la redazione individuale del diario di bordo, con la revisione periodica del docente, si configuri come una delle azioni fondamentali per la costruzione consapevole delle conoscenze.

Il saper mettere in atto una buona pratica del percorso di apprendimento al di là dei confini disciplinari e di livello scolastico si trasforma così in una competenza permanente da sfruttare in qualsiasi contesto. Prova ne sia il fatto che, con l'affrontare il modulo successivo di fisica, praticamente tutti gli studenti hanno spontaneamente esteso la prosecuzione del diario di bordo a quel modulo.