

REGIONE  
TOSCANA



**Iniziativa realizzata con il contributo della Regione  
Toscana nell'ambito del progetto**

**Rete Scuole LSS**  
*A bottega di Invenzioni*

**a.s. 2015/2016**

# Eppur sí leva!

Sperimentazione in classe di attività  
didattiche sulle leve

Classi terze, scuola secondaria di primo grado  
I.C. Scarperia e San Piero a.s. 2015-2016

Prof. Lucrezia Fontana e Laura Falsini

# Collocazione del percorso nel curricolo verticale

## I anno

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

## II anno

- Le relazioni tra i viventi
- I vertebrati
- L'alimentazione
- Le forze

## III anno

- Le leve
- La velocità
- Il peso specifico
- La riproduzione

# Competenze ed abilità disciplinari

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

# Obiettivi essenziali di apprendimento

- Acquisire il concetto di leva da un punto di vista prima operativo e poi formalizzato;
- Saper mettere in relazione la struttura di una leva con i concetti di vantaggio/svantaggio nel suo utilizzo;
- Avviare alla conoscenza della legge di equilibrio delle leve e al suo utilizzo per la risoluzione di problemi;
- Saper riconoscere leve in strumenti comunemente reperibili in casa e saper determinare in essi la posizione degli elementi delle leve;
- Saper mettere in relazione la legge di proporzionalità inversa con il funzionamento di una leva;
- Saper rappresentare su un piano cartesiano differenti condizioni di equilibrio di una stessa leva.

# Elementi salienti dell'approccio metodologico

La metodologia applicata consiste di 5 fasi:

1. Osservazione del fenomeno
2. Rappresentazione e verbalizzazione individuale scritta: gli studenti devono descrivere, individualmente, sul proprio quaderno, il fenomeno osservato, sia attraverso disegni, sia attraverso la scrittura
3. Discussione collettiva: dopo la lettura di alcune considerazioni dei ragazzi, la fase di discussione consente il confronto tra le diverse ipotesi
4. Concettualizzazione individuale scritta: i ragazzi, alla luce di quanto emerso durante la discussione collettiva, devono modificare o riscrivere la loro prima stesura
5. Sintesi finale: operata dall'insegnante, può utilizzare anche le migliori produzioni degli alunni.

# Materiali impiegati

- Assi di legno;
- Oggetti pesanti (sassi, risme di carta...);
- Supporti da usare come fulcro (di legno, metallo.....);
- Cartoncino, righello, monete;
- Leve comunemente presenti nelle case (materiali di cancelleria, di uso in cucina, nell'igiene personale.....);
- Aste e leve scientifiche;
- Set di pesi;
- Materiale per scrivere, disegnare, realizzare diagrammi cartesiani.

# Ambiente di lavoro

- Aula;
- Laboratorio di Scienze;
- Spazi esterni.

# Tempo impiegato

- Progettazione: 10 ore
- Messa a punto nel gruppo LSS: 10 ore
- Tempo scuola di sviluppo del percorso: 15 ore
- Documentazione: 20 ore

## Descrizione del percorso didattico

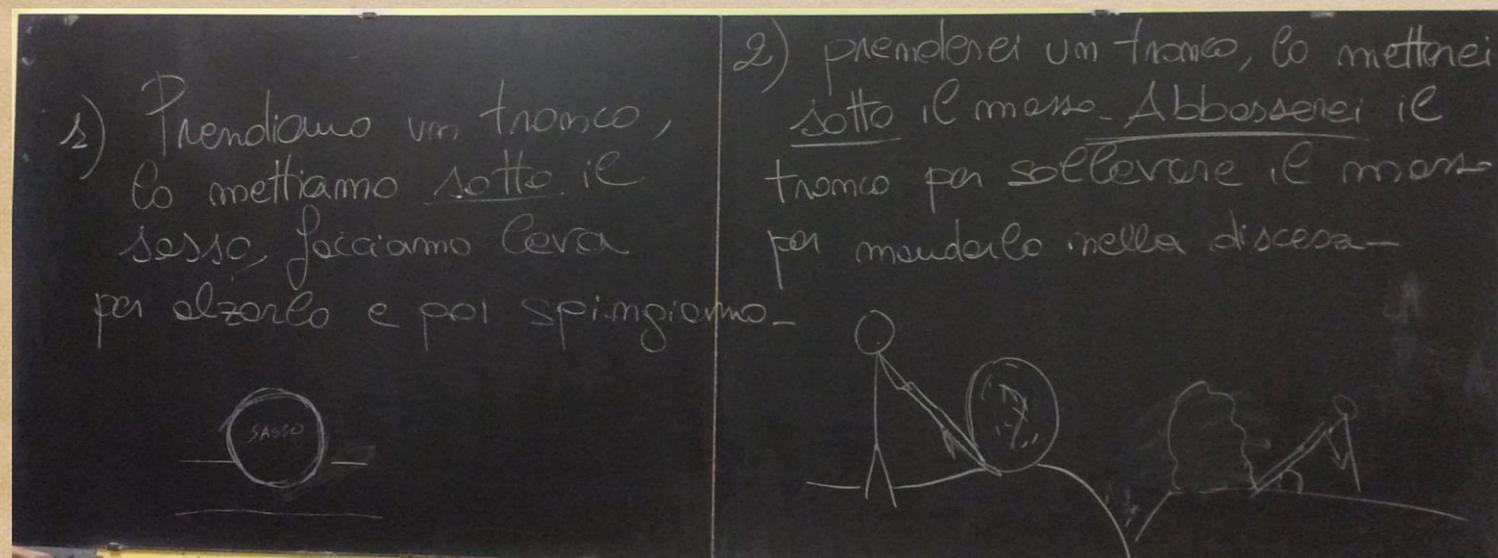
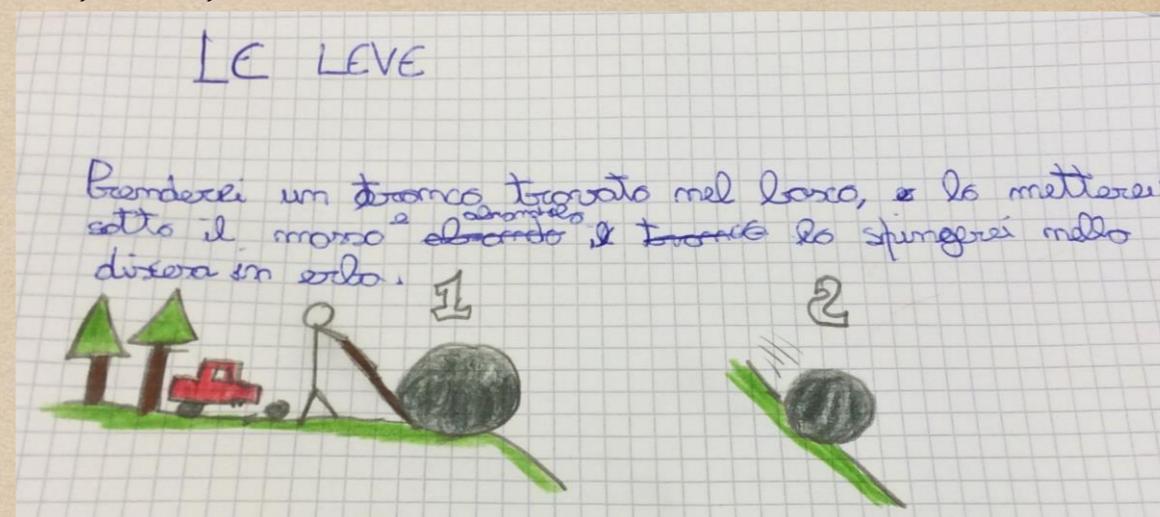
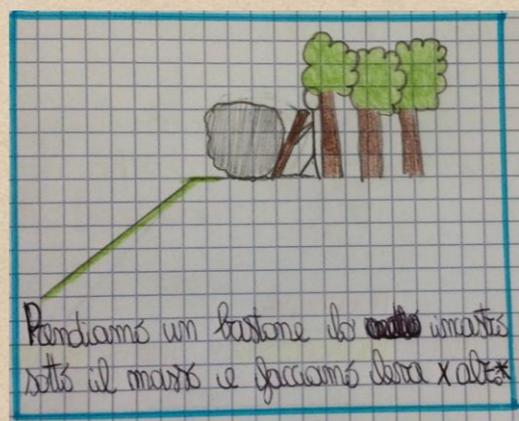
Si è scelto di iniziare proponendo agli allievi la seguente situazione problematica:

"siete alla fine delle scuole superiori e state andando, con la macchina, ad una festa in campagna piuttosto lontano dal paese più vicino. La strada fiancheggiata da una parte un bosco, mentre dall'altra c'è un prato in leggera discesa. Ad un certo punto un grosso masso vi sbarra la strada; non potete far andare la macchina nel prato perché nei giorni precedenti è piovuto molto e la macchina rimarrebbe impantanata. L'unico modo per arrivare alla festa, e voi ci volete andare, è spostare il masso. Per farlo non potete usare la macchina perché è nuova e rischiereste di rovinarla. Come fate?"

N.B. i telefoni non funzionano e da quella strada non passa nessuno.

- Agli allievi è stato chiesto di lavorare prima individualmente e poi di confrontarsi nel gruppo (4-5 allievi);
- Potevano scegliere se rappresentare la situazione e la sua soluzione con disegni o con un testo.

## Alcune soluzioni proposte:



Dalla discussione collettiva è emerso che la maggioranza delle soluzioni proposte dai ragazzi sono del tipo rappresentato alla lavagna.

# Fare leva

Dalla lettura delle verbalizzazioni individuali e dalla discussione collettiva emerge la frase "FARE LEVA".

Si discute quindi del suo significato...

- 1) Spiega, ora, cosa significa per te fare leva.
- 2) Prova a dare un significato a "leva".

- 1) Per me fare leva significa fare forza su un'asta, una leva o un botone e spostare qualcosa.
- 2) Per me "leva" è un oggetto lungo ~~come~~ un'asta ad esempio un'asta di un ramo.

**FARE LEVA**: Fare leva significa secondo me fare forza su un oggetto per spostare un altro.  
**LEVA**: Una leva secondo me è un tipo di forza.

... e si chiede ai ragazzi di pensare a situazioni quotidiane in cui si può far uso di oggetti simili alle leve immaginate. Ne esce un lungo elenco di oggetti...

## ESEMPI:

- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| - forca                       | - pala                |
| - pinze                       | - piede di porco      |
| - cavatappi                   | - chiave              |
| - montello                    | - forca               |
| - schiaccianoci               | - crick               |
| - foratrice                   | - cacciavite          |
| - dispielatrice               | - coltello            |
| - cacciavite                  | - pedali              |
| - zappa                       | - freno               |
| - pialla                      | - mazzetta            |
| - pinzette per peli           | - ammortizzatore      |
| - ago                         | - cerniera            |
| - pinzola x buone le orecchie | - sgaracchioli        |
| - raspe                       | - socca pache         |
| - apriscatole                 | - cerniera            |
| - nocciolo a mano             | - pompa               |
| - aia                         | - marmitta            |
| - chiave inglese              | - accendino           |
| - pappagallo                  | - mazzetta rustimetta |
| - sega a legno                | - pulsante            |
| - stoppa bottiglie            | - bombole spray       |
| - tagliaviti                  | - mazzetta ergonomica |
| - cerniera                    | - freno a mano        |

# Le forze e le leve

A ciascuno dei ragazzi è stato proposto di lavorare con una leva simile a quella che avevano ipotizzato di utilizzare nel problema iniziale, secondo il seguente schema di lavoro:

ABBIAMO PRESO IL LEGNO E L'ABBIAMO MESSO  
SOPRA AL LEGNETTO. DA UNA PARTE ABBIAMO MESSO  
IL RISMA DI CARTA, COSÌ CHE PARTE DEL LEGNO ERA  
SOLLEVATA DA TERRA. ABBIAMO ABBASSATO CON UNA  
MANO LA PARTE ELEVATA E SI È ALZATA LA PARTE  
CON IL RISMA. ABBIAMO SPOSTATO IL LEGNETTO PIÙ  
VICINO O PIÙ LONTANO RISPETTO AL RISMA ED  
ABBIAMO SEMPRE PROVATO AD ~~ABBASSARE~~<sup>ABBASSARE</sup> LA PARTE  
ELEVATA.



I ragazzi sapevano che avrebbero poi dovuto...

Descrivere l'esperienza indicando come varia lo sforzo al variare delle posizioni sperimentate

Quando i legnetti erano posti in mezzo lo sforzo applicato era di intensità, quando il legnetto era vicino al punto di applicazione della forza ho dovuto applicare tanta forza per alzare la scatola con il sasso dentro e quando era vicino alla scatola ho applicato meno forze.

Nel primo caso i legnetti erano vicini alla scatola e lo sforzo era quasi inesistente.  
Nel secondo caso i legnetti erano un po' più lontani e lo sforzo era poco.  
Nel terzo caso i legnetti erano circa a metà e lo sforzo era medio.  
Nel quarto = = = molto lontani dalla scatola e lo sforzo era molto.

1) Abbiamo preso un'asse di legno e l'abbiamo messo sopra a dei legnetti legati insieme. Poi ci abbiamo messo sopra l'asse di legno una scatola con dentro una pietra e abbiamo messo i legnetti in posizioni diverse e abbiamo abbassato l'asse di legno con una mano e abbiamo pensato se ci abbiamo messo poca, tanta o media forza.

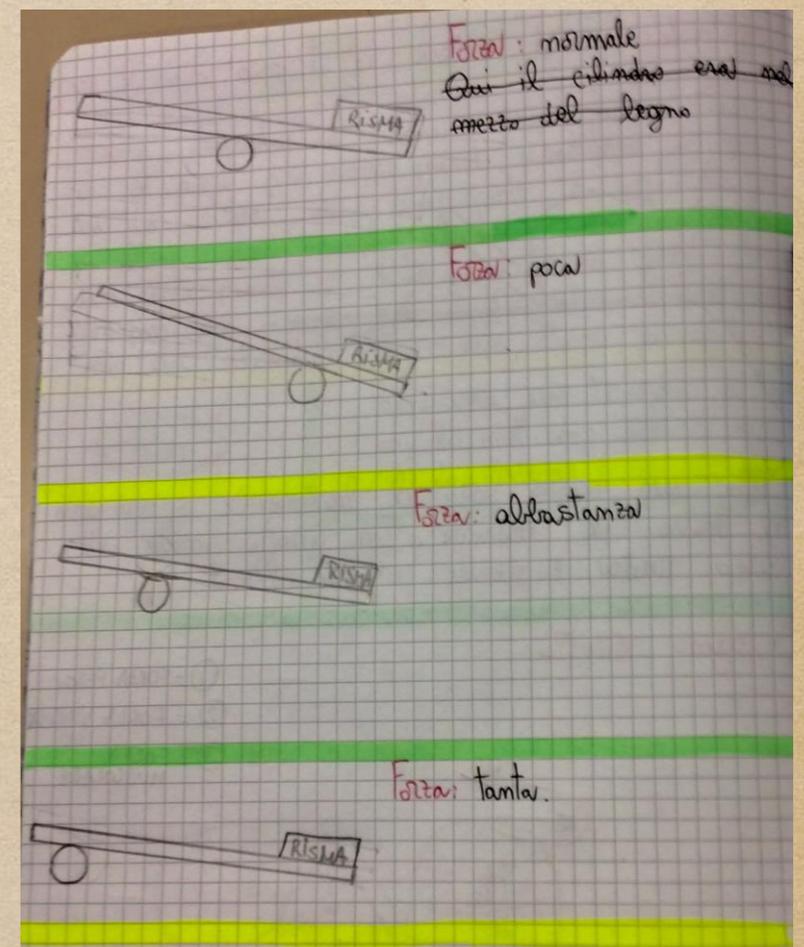
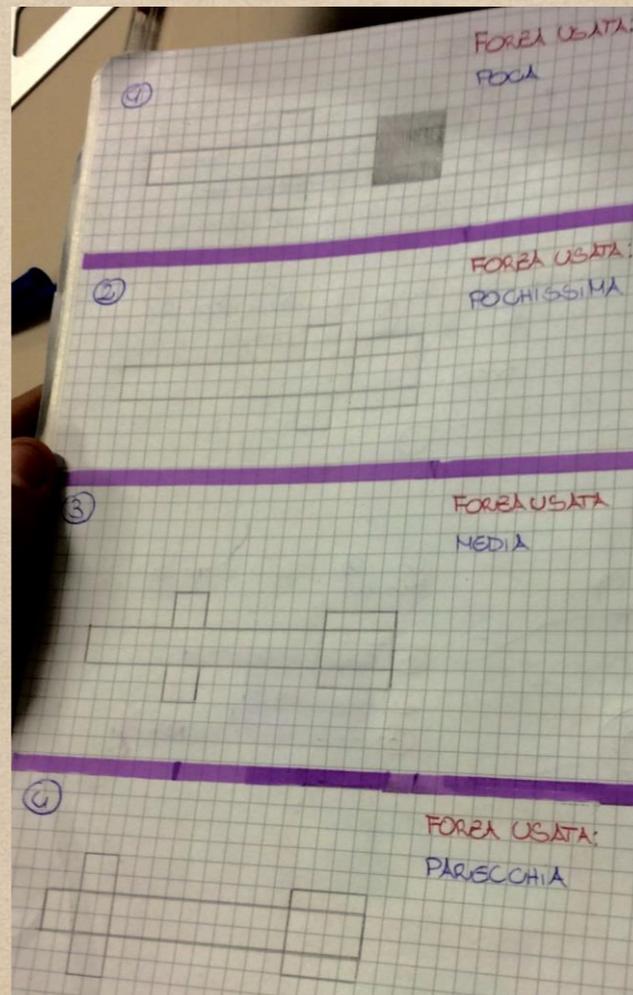
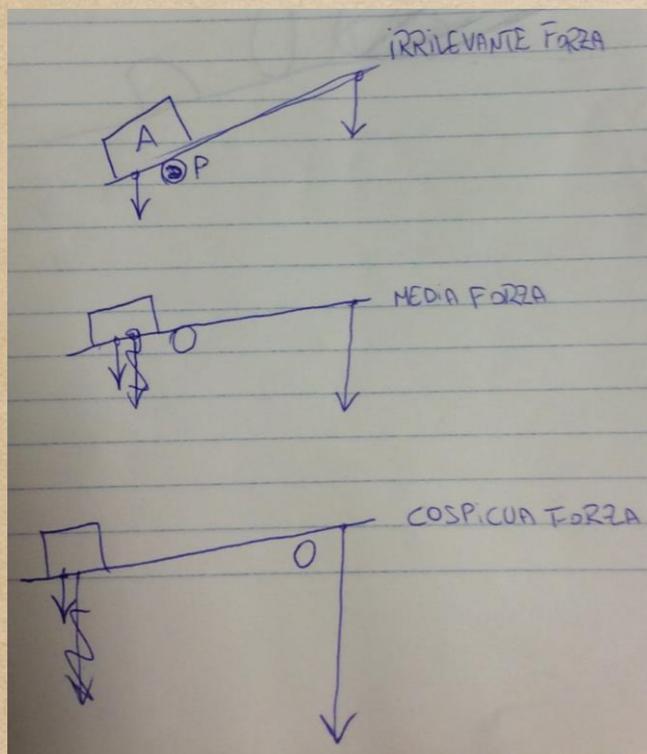
a) Quando i legnetti erano a  $\frac{1}{4}$  ci ho messo tanta forza

b) Quando i legnetti erano a  $\frac{2}{4}$  ci ho messo media forza

c) Quando i legnetti erano a  $\frac{3}{4}$  ci ho messo poca forza

d) Quando i legnetti erano a  $\frac{4}{4}$  ci ho messo poca forza

Ai ragazzi è stato quindi chiesto di rappresentare tutte le posizioni sperimentate e di scrivere accanto a ciascuna di esse la percezione della forza che avevano dovuto utilizzare per sollevare il peso.



# Il vantaggio e lo svantaggio

È stato chiesto ai ragazzi di....

Scrivere degli esempi di "situazione vantaggiosa" e di una "situazione svantaggiosa". Oppure "avvantaggiato" e "svantaggiato".

**VANTAGGIO**

- AVVANTAGGIARSI SUI COMPITI
- DUELLO TRA UOMO CON PISTOLA E UOMO CON COLTELLO

**SVANTAGGIO**

- CARABINIERE SENZA PISTOLA
- IN UNA CORSA CHI PARTE ULTIMO È SVANTAGGIATO

Nel tiro alla fune se il terreno è inclinato è svantaggiato chi sta più in ~~alto~~<sup>alto</sup>.  
In una maratona se parti dietro sei in svantaggio.  
Se hai la bomba atomica sei avvantaggiato in guerra.  
Se fai una gara per attraversare un lago, ~~chi~~ chi ha la barca è in vantaggio rispetto ad una persona che va a nuoto.

- In una corsa di ~~di~~ atletica, chi è più portato per la corsa è avvantaggiato rispetto a chi è meno portato.

- In un canto è più avvantaggiato chi è intonato e chi è stonato è svantaggiato.

- Chi parte ultimo in una gara è svantaggiato rispetto a chi parte primo.

VANTAGGIO = ~~ABBASSAMENTO~~ ABBASSAMENTO DELLA DIFFICOLTÀ  
SVANTAGGIO = ACCRESCIMENTO DELLA DIFFICOLTÀ

e di...

Dare una definizione di "vantaggio"

Una situazione migliore in un confronto più solitamente in uno scontro o in una sfida

**VANTAGGIO** = quando qualcuno è superiore a qualcun' altro.

- UNA SITUAZIONE MIGLIORE IN UN CONFRONTO
- > P DEL SUCCESSO
- QUALCUNO SUPERIORE
- ESSERE FAVORITI

fino alla definizione presa dal dizionario...

Vantaggio (presa nel dizionario): - motivo o condizione di superiorità.  
- Distacco misurabile di tempo tra persone o veicoli in movimento.  
- Quanto costituisce convenienza.

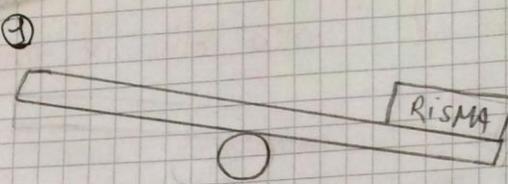
... che però non ci convinceva del tutto. Abbiamo quindi coniato una nostra definizione, che ci sembrava più adatta a descrivere gli esempi fatti.

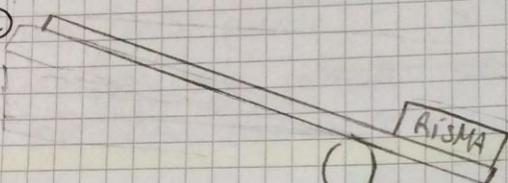
Il vantaggio è qualcosa che ci fa brisce nel raggiungimento di un obiettivo.

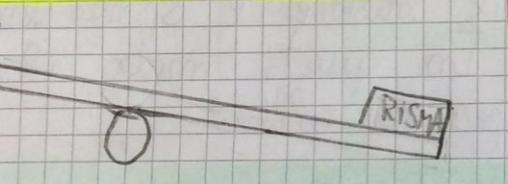
A questo punto è stato chiesto ai ragazzi di rileggere ciò che avevano scritto in relazione all'esperienza fatta e di...

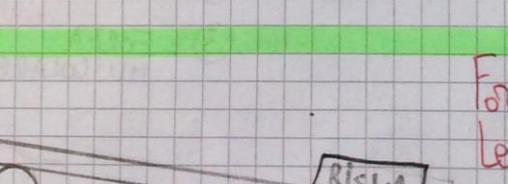
SCRIVERE ACCANTO A OGNI DISEGNO "LEVA VANTAGGIOSA" O "LEVA SVANTAGGIOSA"

integrando cioè i loro disegni con le conoscenze via via acquisite.

①  Forza: normale  
Qui il cilindro mezzo del legno  
Leva vantaggiosa.

②  Forza: poca  
Leva vantaggiosa

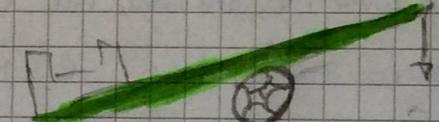
③  Forza: abbastanza  
Leva svantaggiosa

④  Forza: tanta.  
Leva svantaggiosa

CON LA MANO  
TANTA FORZA  
LEVA SVANTAGGIOSA



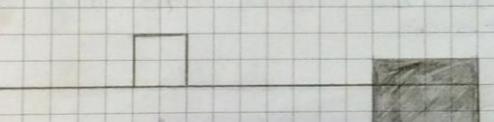
MEZIA FORZA  
LEVA SVANTAGGIOSA E LEVA VANTAGGIOSA



POCA FORZA  
LEVA VANTAGGIOSA



FORZA USATA  
MEZIA (LEVA MEZIA)



Nasce così la necessità di introdurre un terzo aggettivo per caratterizzare alcune posizioni sperimentate della leva.

# La condizione di vantaggio nelle leve

Riferendosi sempre all'esperienza dell'asse di legno, è stato chiesto ai ragazzi di...

Concentrandosi sulle leve vantaggiose,  
scrivere come deve essere ingenerata una leva  
vantaggiosa.

L'oggetto deve essere vicina

Per essere una leva vantaggiosa, il peso di legno legato,  
deve essere più lontano dalla mano, che sta applicando  
una forza.

Quelle scritte in classe:

- L'oggetto sotto il legno deve essere il più vicino possibile al peso.
- Con il sostegno della trave più lontana dal punto di applicazione della forza muscolare

In conclusione, le due scritte alla lavagna ("in classe")...

SONO TUTTE E DUE GIUSTE, PERCHÉ DICONO  
LA STESSA COSA

# La schematizzazione delle leve

Per arrivare al modello schematico della leva, è stato chiesto ai ragazzi di riprodurre uno dei loro disegni di leva vantaggiosa e, accanto, un segmento su cui viene posizionato prima il fulcro, poi, anche con l'aiuto dei ragazzi, gli altri elementi della leva, in modo tale da avere la situazione reale e la sua schematizzazione a fianco.



In questa fase si è cercato di prestare attenzione alla rappresentazione delle forze in gioco attraverso i vettori, sia perché il percorso sulle leve segue quello sulle forze, sia per mantenere l'attenzione sul rapporto tra le forze in gioco.

**Potenza** = una forza che serve a vincere una resistenza  
**Resistenza** = forza che deve essere vinta.

**LEGENDA:**  
 $F$  = FULCRO  $B_r$  = BRACCIO DELLA RESISTENZA  
 $\Delta$  = SOSTENIMENTO.  
 $P$  = POTENZA  
 $R$  = RESISTENZA.  
 $B_p$  = BRACCIO DELLA POTENZA

La potenza serve a vincere la resistenza.  
 Quindi la potenza è una forza che serve a vincere una resistenza (un'altra forza).

**LEGENDA**  
 $B_r$  = BRACCIO DELLA RESISTENZA  
 $F$  = FULCRO  
 $P$  = POTENZA  
 $R$  = RESISTENZA  
 $B_p$  = BRACCIO DELLA POTENZA

La potenza è una forza che serve a vincere una resistenza (che è un'altra forza)

È stato quindi chiesto agli allievi di rappresentare, con la schematizzazione così introdotta ed inserendo tutti gli elementi che caratterizzano una leva, le situazioni da loro sperimentate.

① FORZA USATA: POCOA (LEVA VANTAGGIOSA)

② FORZA USATA: POCHESSIMA (LEVA VANTAGGIOSA)

③ FORZA USATA: MEDIA (LEVA MEZZA)

④ FORZA USATA: PARIECCHIA (LEVA SVANTAGGIOSA)

RICORDATI  
LEVA VANT.  $B_e < B_p$   
LEVA SVANT.  $B_e > B_p$

ESPERIMENTO  
IO, ROXANA, RICCARDO, CATERIA, MARCO, FERRINI, BIANCA

④ CON LA MANO TANTA FORZA LEVA SVANTAGGIOSA

RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA 1/4

① MEDIA FORZA LEVA SVANTAGGIOSA e LEVA VANTAGGIOSA

RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA 2/4

③ POCOA FORZA LEVA VANTAGGIOSA e LEVA SVANTAGGIOSA

RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA 3/4

② POCOA FORZA LEVA VANTAGGIOSA

RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA 4/4

Anche in questa fase si è chiesto che prestassero attenzione alla rappresentazione delle forze in gioco attraverso i vettori.

# La descrizione delle leve vantaggiose in termini scientifici

A questo punto eravamo pronti a passare alla traduzione dei termini di vantaggio e svantaggio dal linguaggio quotidiano a quello scientifico: è stato infatti chiesto agli allievi di descrivere una leva vantaggiosa utilizzando termini scientifici scelti tra potenza, resistenza, braccio della potenza, braccio della resistenza, fulcro.

Usando i termini scientifici, descrivi come è fatta una leva vantaggiosa.  
La potenza è minore della resistenza. Il braccio della potenza è lungo più della metà della trave. Il braccio della resistenza è più corto della metà della trave.

Per fare sì che la leva sia vantaggiosa il Bp deve essere maggiore del BR

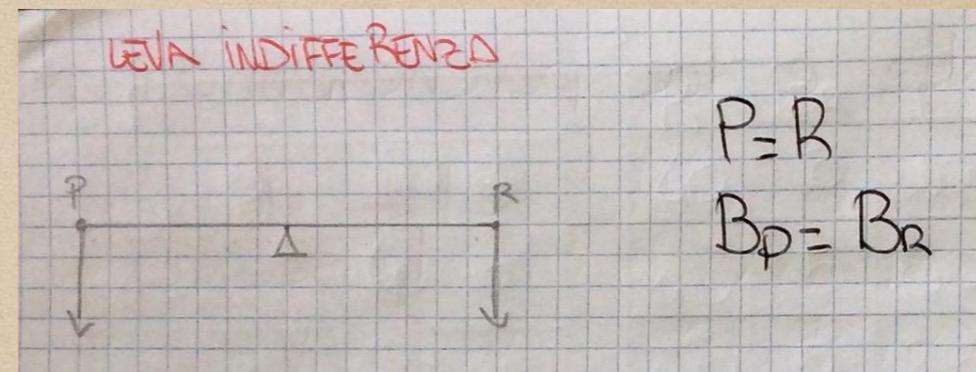
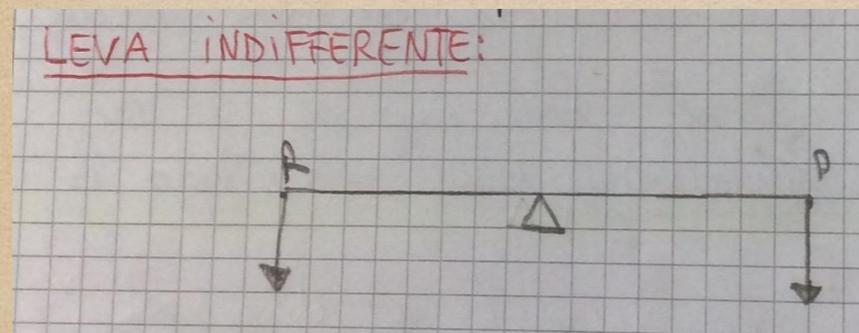
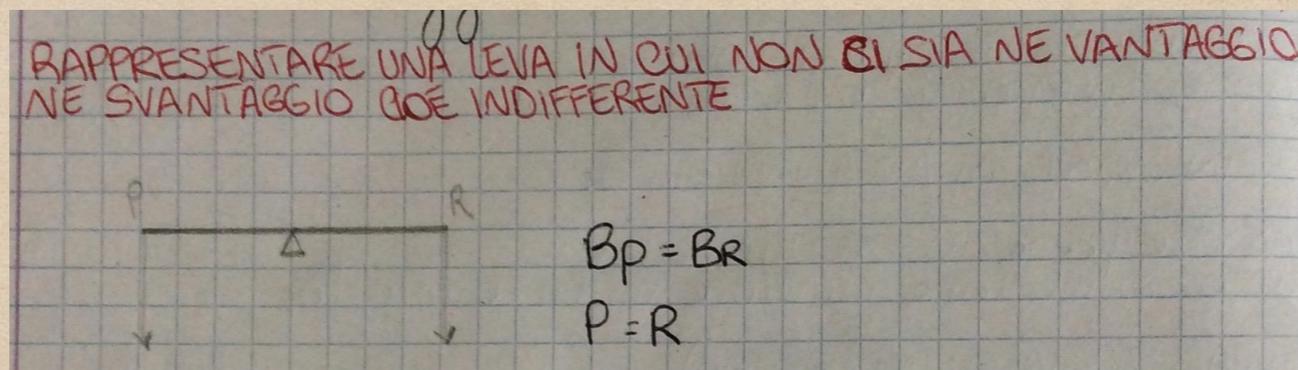
\* Una leva vantaggiosa è fatta con il fulcro vicino alla potenza e la resistenza deve essere più lontano dalla potenza

Una leva è vantaggiosa quando il fulcro è più vicino (ma non molto più lontano dalla metà dell'asta) alla forza resistenza

Una leva è vantaggiosa quando il punto di appoggio è più vicino alla forza resistente e quindi anche appoggiando sulla forza motrice si ha un maggiore spostamento e minore fatica

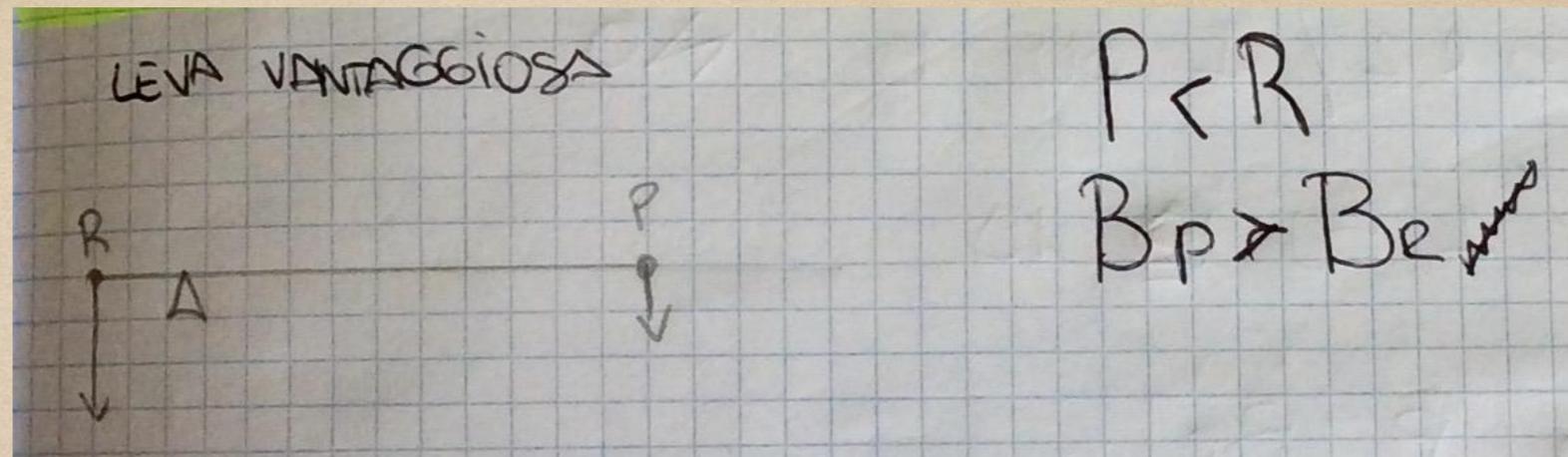
Per essere una leva vantaggiosa, il **FULCRO** deve essere più vicino alla **RESISTENZA** e più lontano dalla **POTENZA**.

Dal momento che tutti avevano descritto i rapporti tra i vari elementi di una leva vantaggiosa sotto forma di testo, per facilitarne la concettualizzazione matematica è stato chiesto di...

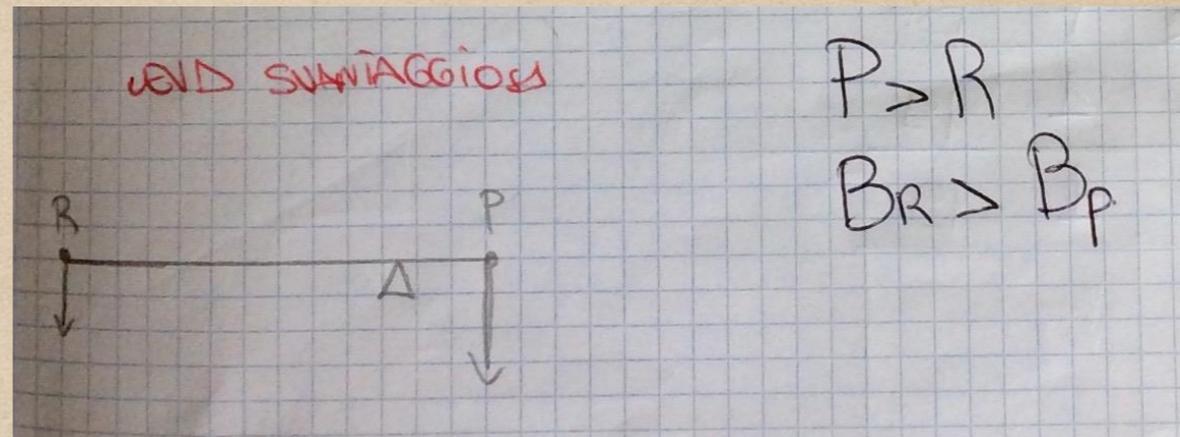


Dalle rappresentazioni fatte dagli allievi è risultata evidente sia l'uguaglianza delle forze in gioco sia quella dei loro bracci, non solo dal punto di vista della rappresentazione grafica ma anche delle relazioni matematiche.

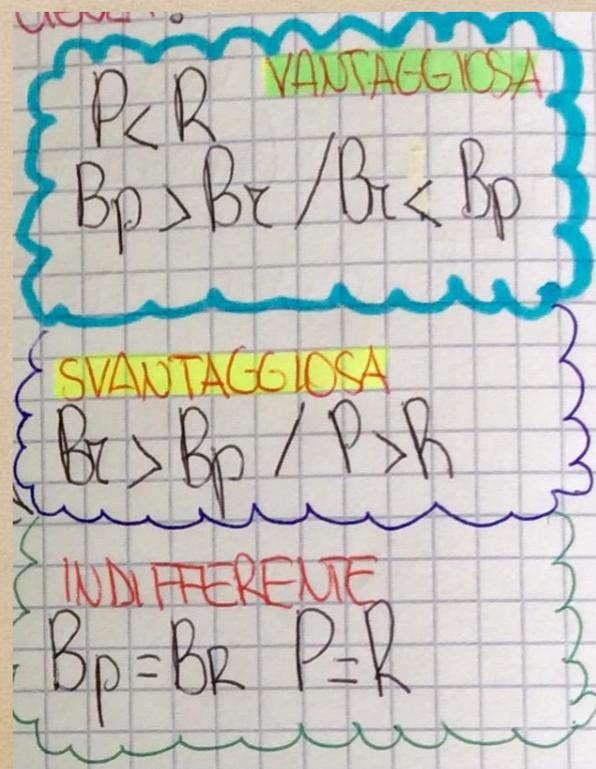
È stato ora più facile andare a descrivere, in termini matematici, una leva vantaggiosa...



E poi una svantaggiosa...



in sintesi...



# La relazione tra la struttura di una leva e la condizione di vantaggio

Spiega con i termini specifici quando una leva è vantaggiosa.

Una leva è vantaggiosa quando deve applicare meno forza per compiere un'azione. Il punto di appoggio deve essere più vicino possibile all'elemento che si vuole spostare ~~etc...~~. Quindi, se questi fattori sono rispettati, otterremo una leva vantaggiosa, perché è più facile compiere l'azione.

Se  $R > P$  e  $l_p < l_r$   
la leva è vantaggiosa

Più precisamente...

Una leva è vantaggiosa quando il punto di appoggio è più vicino alla forza resistente e quindi anche ~~appoggio~~ applica la forza motrice in un maggiore spostamento e minor ~~forza~~

Lo svantaggio, il vantaggio o l'indifferente dipendono da come è costruita una leva e cioè dal  $B_p$  e  $B_r$ . Il rapporto tra  $R$  e  $P$  è una conseguenza.

concludendo...

- $l_r > l_p$  SVANTAGGIOSA
- $l_r = l_p$  INDIFFERENTE
- $l_r < l_p$  VANTAGGIOSA.

# La legge di equilibrio di una leva

È possibile che gli allievi, a questo punto, magari in maniera inconsapevole, abbiano già maturato un'idea di come funziona una leva.

Si propone quindi loro di realizzare un'esperienza seguendo queste indicazioni:

- lavoro a coppie;
- utilizzo dei seguenti materiali: righello, prisma retto a base triangolare in cartoncino da loro realizzato, monete tutte uguali;
- tenendo fissa la resistenza e il braccio della resistenza, cercare più posizioni di equilibrio della leva variando la potenza e il braccio della potenza;
- mettere i dati dell'esperienza in tabella;
- cercare la relazione matematica che regola l'equilibrio della leva.

Lo scopo di questa esperienza è quindi arrivare alla legge matematica che regola l'equilibrio di una leva attraverso un'esperienza concreta, realizzata da tutti i ragazzi in maniera cooperativa.

La richiesta di tenere fissa la resistenza e il suo braccio ha lo scopo sia di facilitare la scoperta della legge, sia di avere tabelle da cui ricavare diagrammi cartesiani.

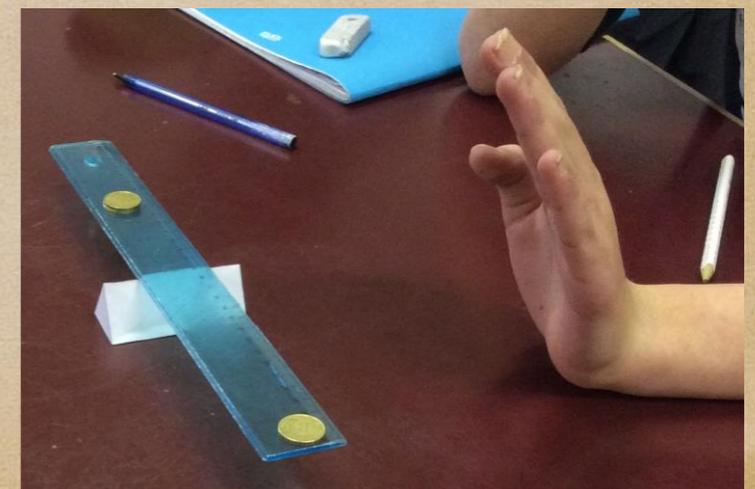
Il contesto...

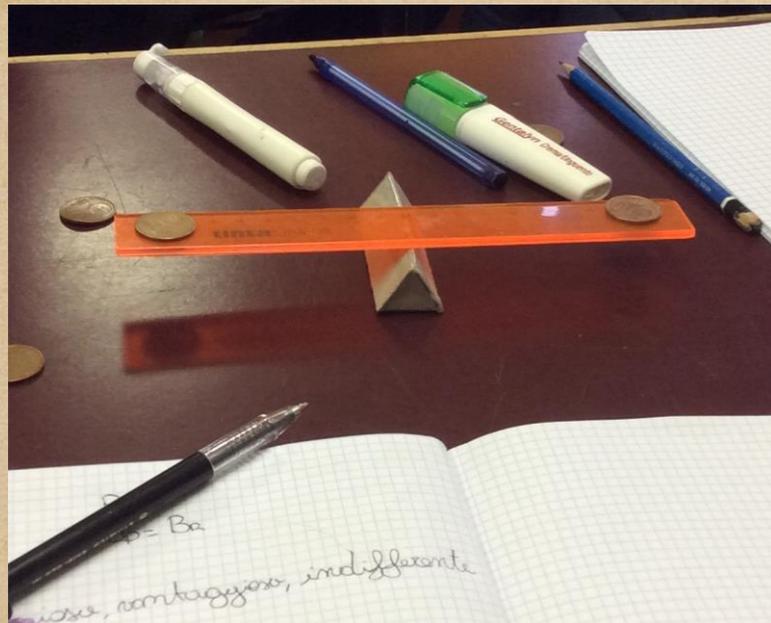


... le difficoltà: riuscire a tenere in equilibrio il righello sullo spigolo del prisma, non far scivolare le monete e cadere il righello mentre si cerca la posizione di equilibrio...



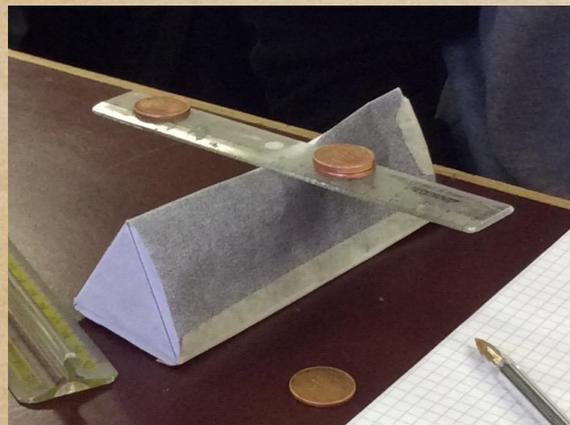
Le difficoltà poi superate...





La prima posizione che tutti i gruppi hanno sperimentato è stata quella della leva indifferente.

poi le altre...



Nonostante il messaggio riguardante il tenere fissi la resistenza e il suo braccio non sia arrivato a destinazione...

ESPERIMENTO LEVA (50 cm)  
FULCRO 25 cm

① BR = 15 cm  
BP = 11 cm  
P = 3 monete  
R = 2 monete

② BR = 15 cm  
BP = 23 cm  
P = 6 monete  
R = 4 monete

③ BR = 10 cm  
BP = 20 cm  
P = 3 monete  
R = 5 monete

⑤ BR = 15 cm  
BP = 8 cm  
P = 4 monete  
R = 2 monete

⑥ BR = 15 cm  
BP = 4 cm  
P = 6 monete  
R = 2 monete

Abbiamo un righello di 30 cm e un fulcro dobbiamo metterlo più o meno in equilibrio

Tentativi	M. Potenzi		M. Resistenza		cm righello
	mon	cm	mon	cm	
1°	2	8	1	14	15 cm
2°	2	6,5	3	5	15 cm
3°	4	2	1	7,5	15 cm

MONETA	POTENZA	RESISTENZA	POSIZIONE
P=1 R=2	P=14 R=8 cm	8 cm	15 cm
P=3 R=2	P=5 cm R=6 cm	12 cm	15 cm
P=1 R=4	P=6,5 R=2,5	7 cm	15 cm

R	Br	P	BP
1	3	1	3
1	5	2	2,5
1	10	2	5
1	9	3	3
4	3	2	6

Attività

Righello da 10 0 10

1 fase  
2 monete da 50 cm  
tutte e 2 a 3 cm si forma una leva indifferente

2 fase  
3 monete da 50 cm  
1 a 5 cm e 2 monete a 2,5 cm

3 fase  
3 monete da 50 cm  
1 mon a 10 cm e 2 monete a 5 cm

4 fase  
4 monete da 50 cm  
1 a 2 cm e 3 a 3 cm

5 fase  
6 monete da 50 cm  
1 a 3 cm e 2 a 6 cm

la unica la moltiplicazione

... alcuni ragazzi hanno individuato alcune relazioni e siamo riusciti anche a ricavare tabelle di valori su cui lavorare.

Le prime ipotesi...

- Moltiplicazione BR è un multiplo di BP

La relazione tra R, Br, P, BP è la moltiplicazione  
es:

$$5 \cdot 2 = 10 \text{ cm}$$

è quasi sempre il doppio.

# Le tabelle e l'avvicinarsi della meta...

Br	Bp	R	P	
15 cm	11 cm	2 monete	3 monete	Roxana
15 cm	8 cm	2 monete	4 monete	Sara
15 cm	4 cm	2 monete	6 monete	Daria

R(mon)	Br(cm)	P(mon)	Bp(cm)	
2	9	2	9	Francesco
2	9	6	2,5	Riccardo
2	9	4	4,5	
2	9	8	2	
2	9	3	5,5	

R(monete)	Br(cm)	P(monete)	Bp(cm)	
1	3	1	3	Angelica
1	5	2	2,5	Giacomo F.
1	10	2	5	
1	9	3	3	
1	3	2	6	

Moltiplicando la potenza e il suo braccio si ottiene il braccio della resistenza.

R	Br	P	Bp	
1	3	1	3	$3 \cdot 1 = 3 \cdot 1$
1	5	2	2,5	$2,5 \cdot 2 = 5 \cdot 1$
1	10	2	5	$5 \cdot 2 = 10 \cdot 1$
1	9	3	3	$3 \cdot 3 = 9 \cdot 1$
4	3	2	6	$6 \cdot 2 = 12$ $4 \cdot 3 = 12$

Moltiplicando i Bp e la P si ottiene il Br

Le ipotesi...

Le autocorrezioni

~~Moltiplicando la potenza e il suo braccio si ottiene il braccio della resistenza.~~

65.  
 $3 \cdot 3 = 9$   
 $3 \cdot 3 = 9$

Moltiplicando la potenza e il suo braccio si ottiene la moltiplicazione della resistenza e il rispettivo braccio

R m=100	Br cm	m=100	Bp cm	R	Br	P	Bp
2	9	2	9	1	3	1	3
2	9	6	2,5	1	5	2	2,5
2	9	4	4,5	1	10	2	5
2	9	8	2	1	9	3	3
2	9	3	5,5	4	3	2	6

Moltiplicando il braccio della potenza e la potenza si ottiene il braccio della resistenza.

Moltiplicando la resistenza con il suo braccio si ottiene lo stesso risultato della moltiplicazione Bp e P.

## Modi diversi di esprimere lo stesso concetto...

Il braccio della potenza moltiplicato per la potenza deve essere lo stesso risultato della moltiplicazione tra resistenza e braccio della resistenza.

GIAOM = DARA

R	B <sub>r</sub>	P	B <sub>p</sub>
---	----------------	---	----------------

$$B_p \cdot P = B_r \cdot R \quad \left( P : R = B_r : B_p \quad \frac{P}{R} = \frac{B_r}{B_p} \right)$$

Se si moltiplica la resistenza per il braccio della resistenza si ottiene lo stesso risultato del moltiplicare il braccio della potenza per la potenza.

## La formalizzazione ...

$$R \cdot B_r = P \cdot B_p$$

$$R = B_r : P = B_p$$

RELAZIONE MATEMATICA:  $\frac{P}{R} = \frac{B_r}{B_p}$

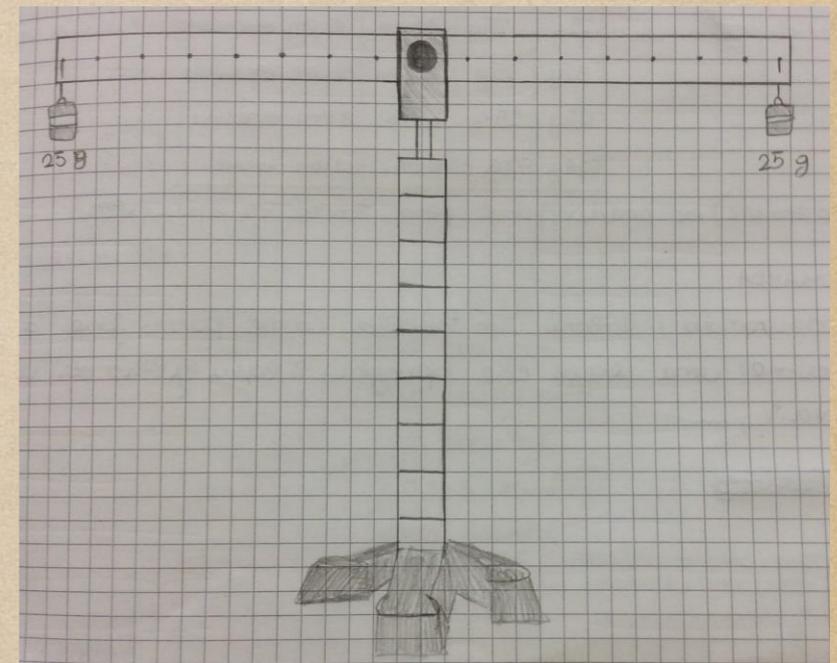
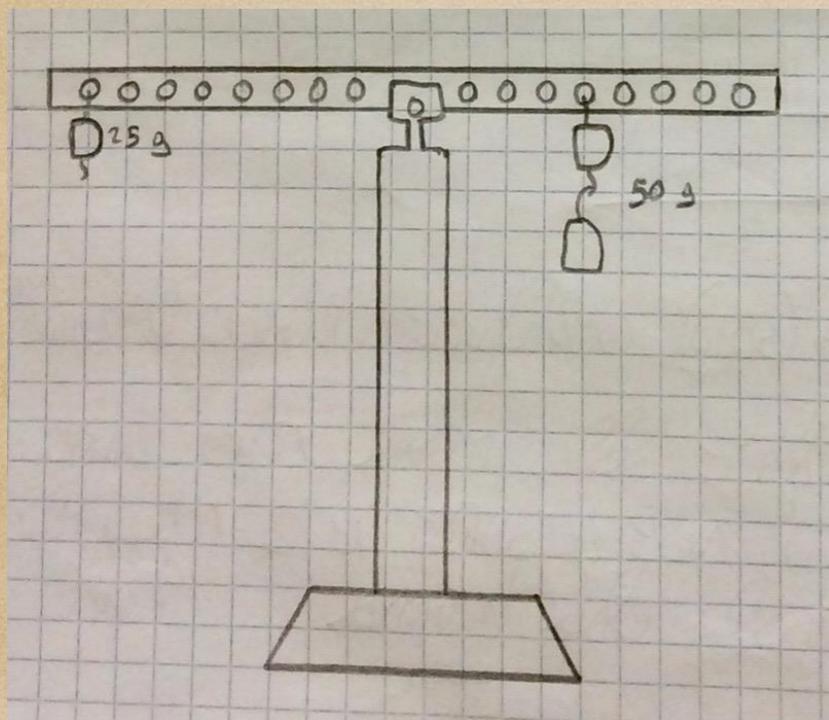
$$\frac{P}{R} = \frac{B_r}{B_p} \quad (P : R = B_r : B_p) \rightarrow (R \cdot B_r = P \cdot B_p)$$

# La leva scientifica

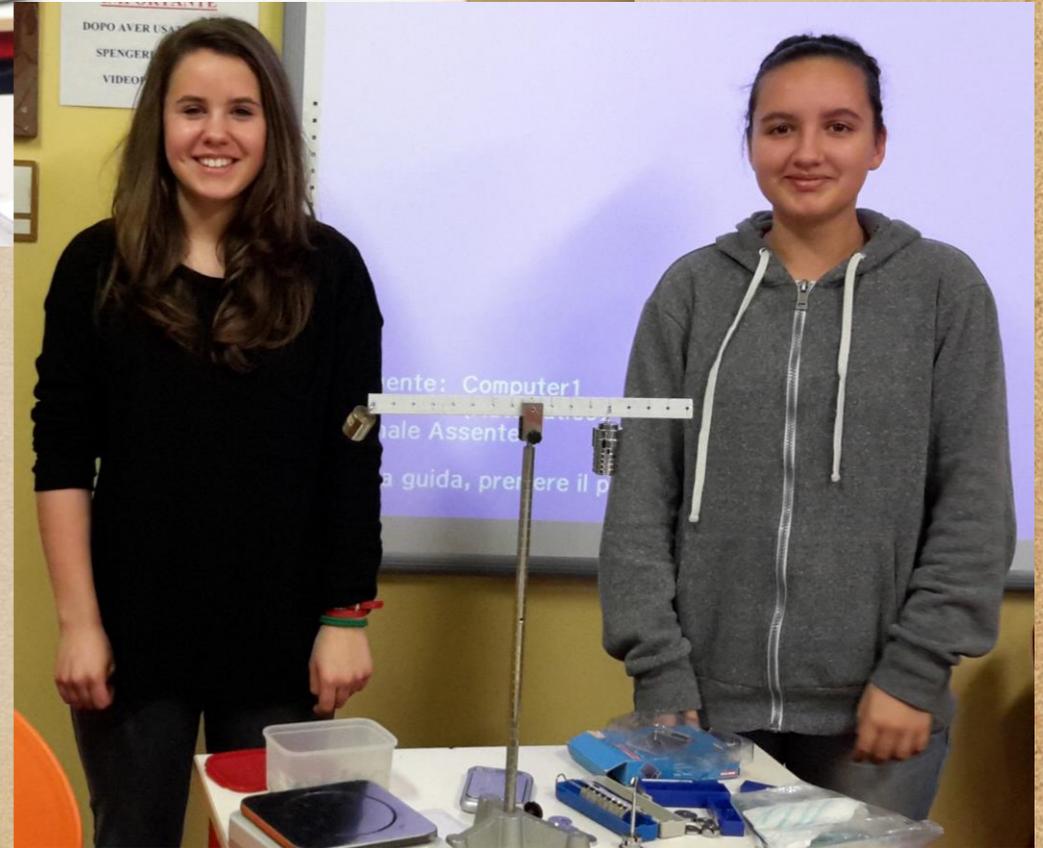
La leva scientifica è stata utilizzata per:

- confermare le ipotesi fatte in seguito all'esperienza precedente;
- ottenere dati utili per realizzare diagrammi cartesiani;
- far sperimentare in particolare gli allievi assenti all'attività precedente o coloro che non avevano del tutto compreso la dinamica delle relazioni tra gli elementi della leva attraverso l'attività precedente.

Inizialmente i ragazzi hanno realizzato l'equilibrio disponendo i pesi in modo da avere leve indifferenti...



... poi hanno cercato altre condizioni di equilibrio usando pesi e posizioni diverse.



# Tabelle di dati accurati per arrivare alla legge di equilibrio

P	R	bp	br	LEVA
25 g	25 g	16 cm	16 cm	INDIFFERENTE
50 g	25 g	8 cm	16 cm	SVANTAGGIOSA
12,5 g	25 g	16 cm	8 cm	VANTAGGIOSA
50,8 g	50,8 g	10 cm	10 cm	INDIFFERENTE

← La prima ipotesi...

Hp ambra) se raddoppio il peso torna in equilibrio

La domanda dell'insegnante: "spiega..."

osservando i dati in tabella come posso fare a trovare una legge da spiegare l'equilibrio di una leva.

# La proposta di Giada...

Giada propone di fare una proporzione e imposta la prima

$$25 : 16 = 25 : 16$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{400}$

proviamo a sostituire altri valori

$$50 : 8 = 25 : 16$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{800}$

la proporzione non è soddisfacente.

Come si può avere la verifica della proprietà fondamentale?

$$50 : 8 = 25 : 16$$

$\underbrace{\hspace{2em}}_{L\ 400}$       $\underbrace{\hspace{2em}}_{L\ 400}$

RISCRIVIAMO LA PROPORZIONE

$$P : br = R : bp$$

per ricordarla meglio occorre applicare ~~se~~ il permutare dei

medi:  $\underbrace{P : R = br : bp}$

si deduce che:

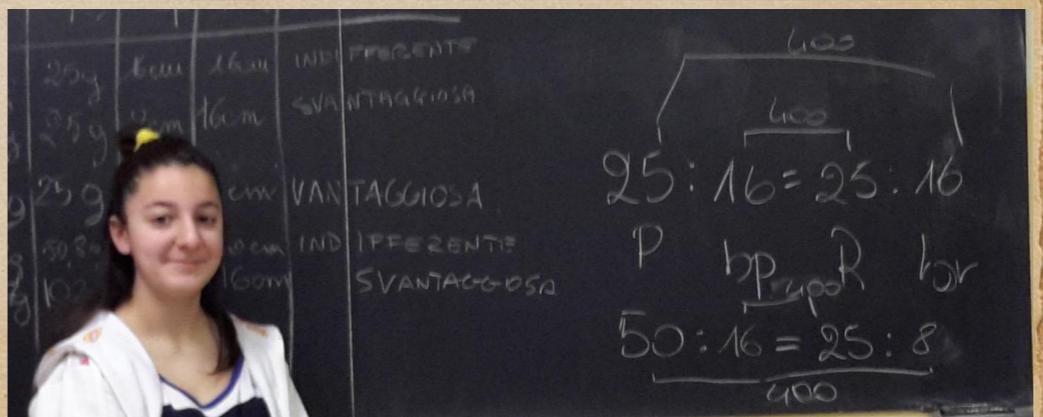
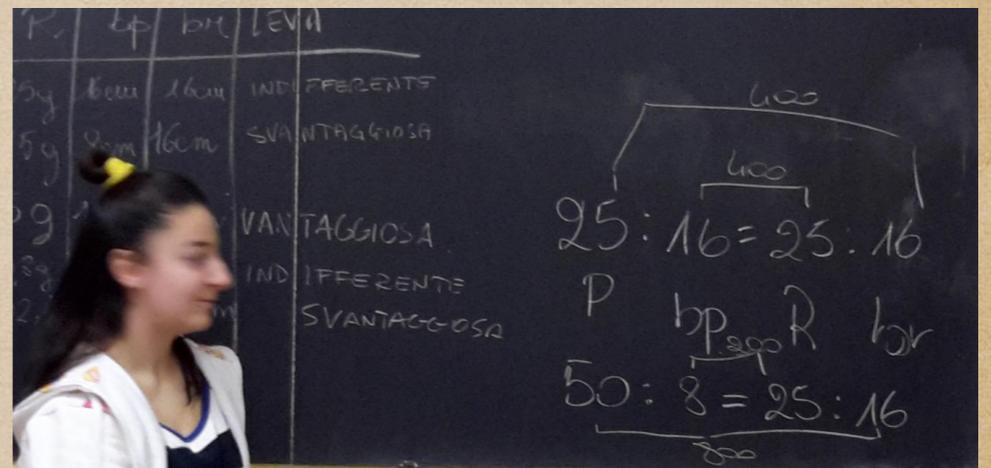
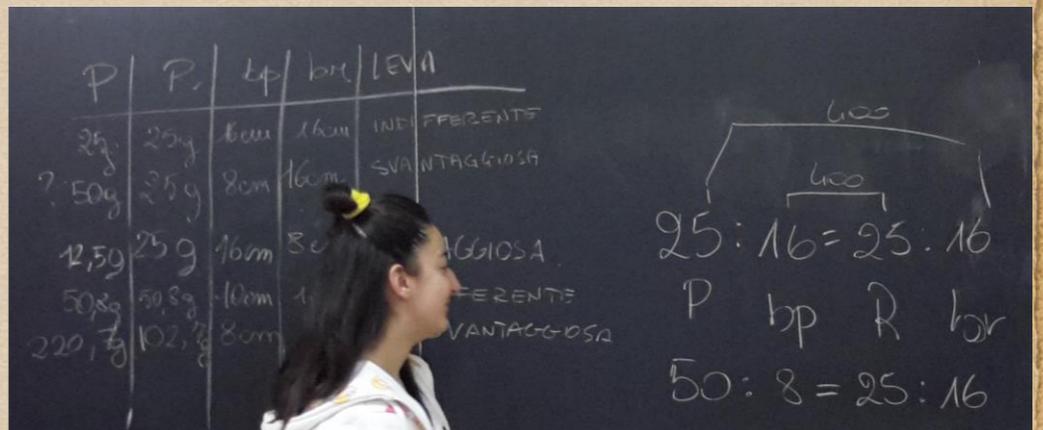
$$P \cdot bp = R \cdot br$$

$$12,5 \cdot 16 = 8 \cdot 25$$

$$50,8 \cdot 10 = 10 \cdot 50,8$$

$$2,07 \cdot 8 = 16 \cdot 103,9$$

Cancello, riprovo e... ci riesco!



# I dati sperimentali (e poi calcolati) raccolti in tabelle e i loro diagrammi cartesiani.

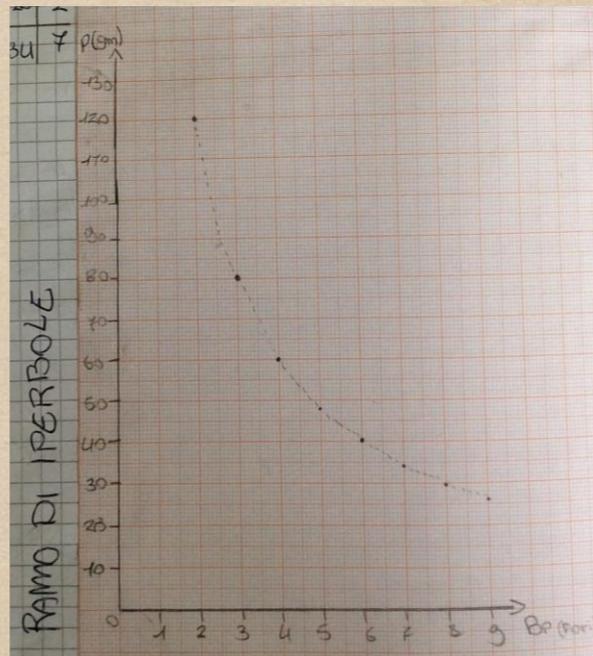
$P \cdot R = BR \cdot BP$   
 $P \cdot BP = R \cdot BR$

③

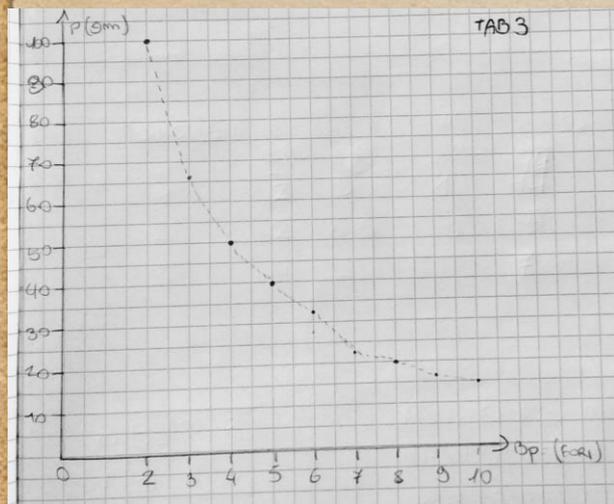
R	BR	P	BP
40	5	40	5
40	5	20	10
40	5	25	8
40	5	50	4
40	3	20	1
40	5	100	2

④

R	BR	P	BP
120	2	30	8
120	2	40	6
120	2	60	4
120	2	80	3
120	2	240	1
120	2	48	5

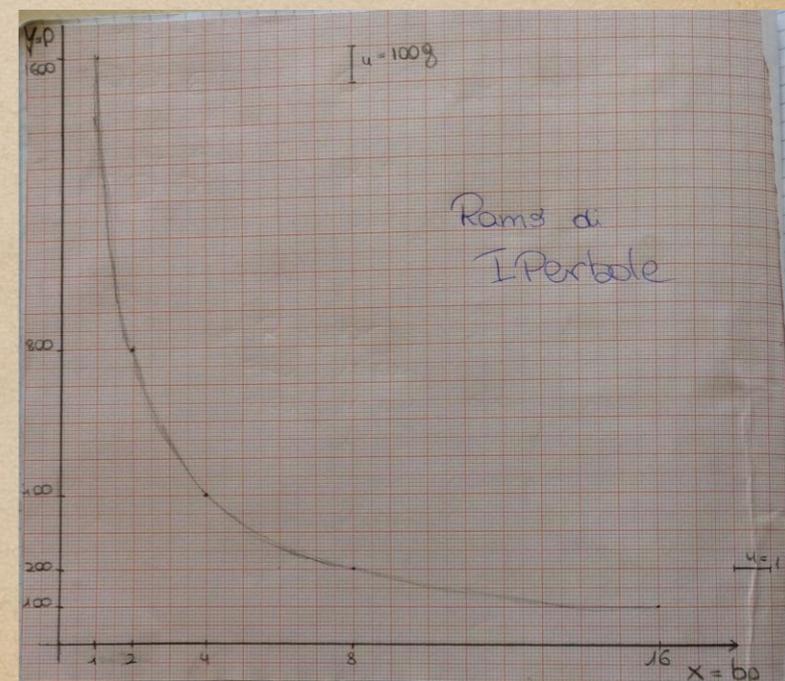
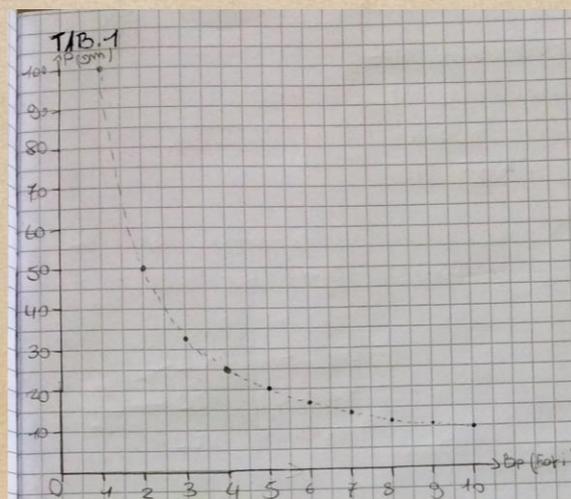


R	BR	P	BP (mm)
100g	16cm	100g	16cm
100g	16cm	400g	4cm
100g	16cm	200g	8cm
100g	16cm	160g	10cm
100g	16cm	?	32cm



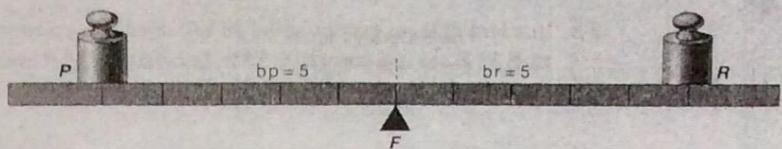
densa scientifica

$B_{gr}$	$B_r$	P	$B_0$
20	5	50	2
20	5	100	1
20	5	25	4
20	5	20	5
20	5	10	10



# Qualche esercizio...

11.

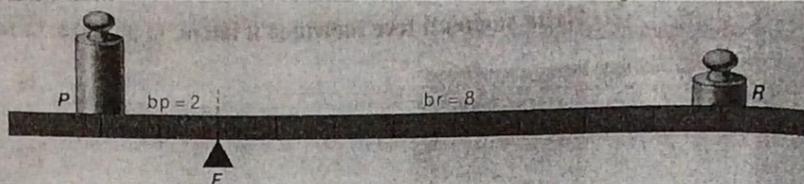


$R = 7 \text{ kg}$

$P = 7 \text{ kg}$

È una leva **INDIFFERENTE**

12.

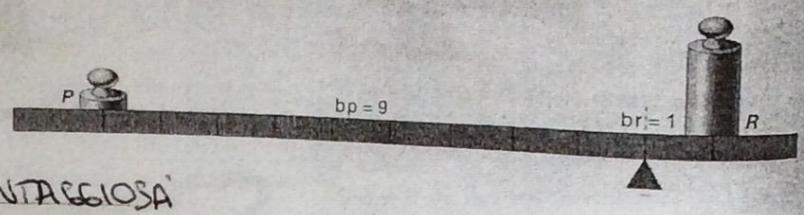


$R = 3 \text{ kg}$

$P = 12 \text{ kg}$

È una leva **SVANTAGGIOSA**

13.



$R = 18 \text{ kg}$

$P = 2 \text{ kg}$

È una leva **VANTAGGIOSA**

14) In una leva la potenza è di 6Kg, il braccio della potenza misura 10cm e la resistenza si trova a 5cm dal fulcro. Quanta resistenza devo mettere affinché si realizzi l'equilibrio?

15) Data una resistenza di 3Kg e un braccio della resistenza di 16cm, realizza una tabella nella quale scrivere, accanto ai valori di R e Br una serie di valori di P e Bp tali per cui la levi si trovi all'equilibrio. Disegna il diagramma cartesiano relativo alla tabella da te realizzata.

# La lettura di parti di un libro di testo...

Un qualsiasi dispositivo adatto a vincere una forza, detta **resistenza**, con la forza muscolare dell'uomo, detta **potenza**, è una **macchina semplice**.

La **leva** è un'asta rigida libera di ruotare intorno a un punto fisso, detto **fulcro (F)**. A un'estremità dell'asta è applicata la forza da vincere, la **resistenza (R)**, e all'altra la forza adatta a vincere la resistenza, la **potenza (P)**. La distanza della resistenza dal fulcro è il **braccio della resistenza (br)**, quella della potenza dal fulcro è il **braccio della potenza (bp)**.

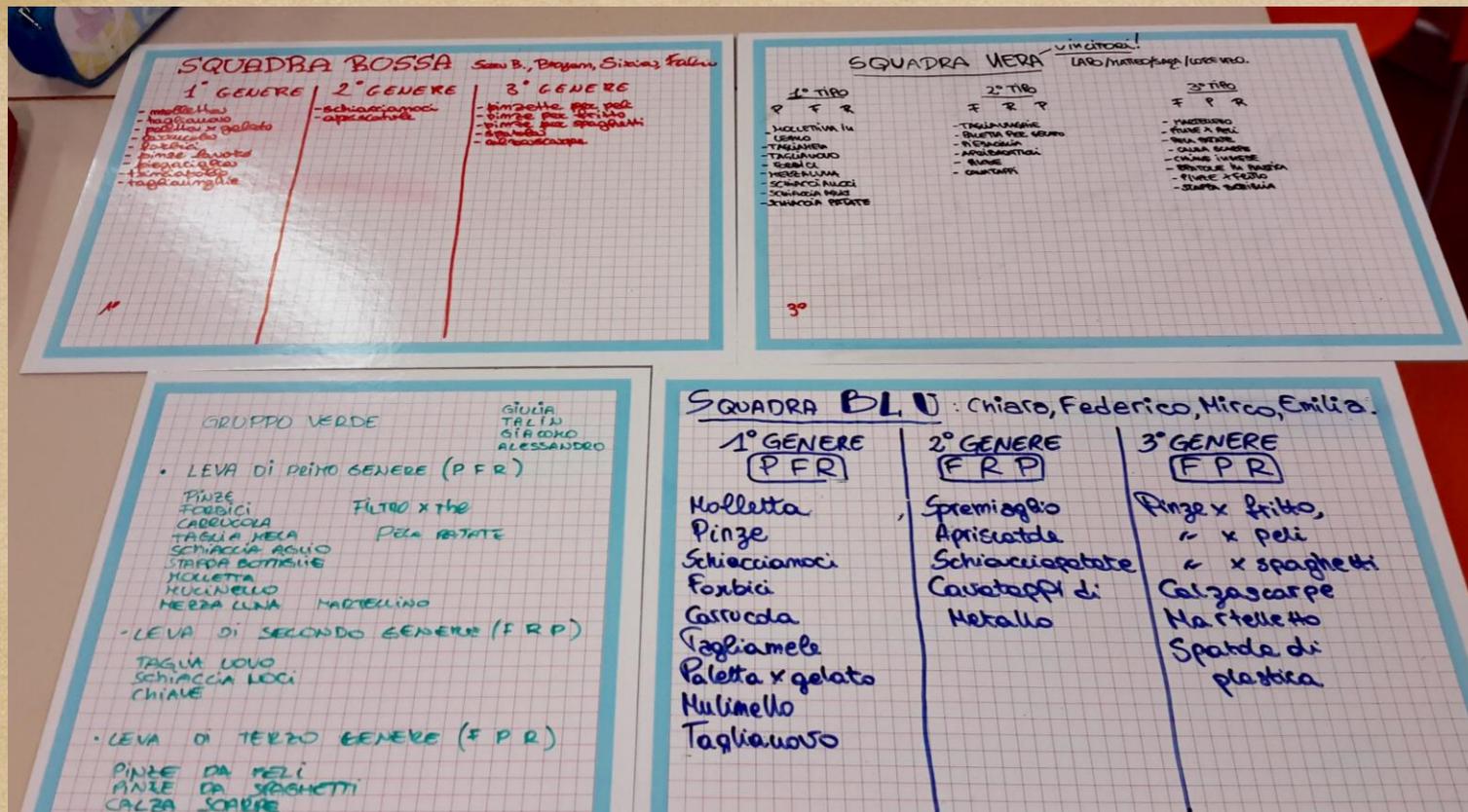
- Se il **braccio della potenza è maggiore del braccio della resistenza**, per vincere una certa resistenza basta applicare una potenza di intensità minore. In questo caso la leva si dice **vantaggiosa**:  
 $bp > br \rightarrow$  leva vantaggiosa
- Se il **braccio della potenza è minore del braccio della resistenza**, per vincere una certa resistenza bisogna applicare una potenza di intensità maggiore. In questo caso la leva si dice **svantaggiosa**:  
 $bp < br \rightarrow$  leva svantaggiosa
- Se il **braccio della potenza è uguale al braccio della resistenza**, per vincere una certa resistenza bisogna applicare una potenza di uguale intensità. In questo caso la leva si dice **indifferente**:  
 $bp = br \rightarrow$  leva indifferente

# Le leve che usiamo nella vita quotidiana (a casa, a scuola...)

Ai ragazzi è stato chiesto di:

- portare alcuni oggetti presi da casa presenti nell'elenco da loro realizzato all'inizio del percorso;
- disegnarli sul quaderno;
- suddividerli in più gruppi, individuando il criterio di classificazione;
- confrontare le classificazioni dei vari gruppi.





Il confronto delle classificazioni...

La classificazione per generi vista attraverso quella del vantaggio...

Come sono i 3 generi di leva rispetto al vantaggio? (VANTAGGIOSA, SVANTAGGIOSA, INDIFFERENTE)

VANTAGGIOSA	SVANTAGGIOSA	INDIFFERENTE
1° GENERE INTERFUCALE	1° GENERE INTERFUCALE	1° GENERE INTERFUCALE
2° GENERE INTERRESISTENTE		
	3° GENERE INTERPONENTI	

- perché il fulcro si può spostare tra P e R
- perché il braccio della P è sempre maggiore del braccio della R
- perché il braccio della R è sempre maggiore del braccio della P
- esiste perché anche se è svantaggiosa è utile

1° GENERE o INTERFUCALE

- SVANTAGGIOSA
- VANTAGGIOSA
- INDIFFERENTE

2° GENERE o INTERRESISTENTE

- SVANTAGGIOSA
- VANTAGGIOSA
- INDIFFERENTE

3° GENERE o INTERPONENTI

- SVANTAGGIOSA
- VANTAGGIOSA
- INDIFFERENTE

sempre e forte dei lavori che sono difficili da fare

# La verifica

- Il percorso è stato effettuato in 3 classi terze, di cui 2 con lo stesso insegnante;
- il percorso è stato completato in tempi diversi dalle due insegnanti;
- ogni insegnante ha pertanto elaborato e proposto in classe una propria verifica.

# Verifica IIIA

Alunno ..... Classe ..... Data .....

1) Rispondi alle seguenti domande:

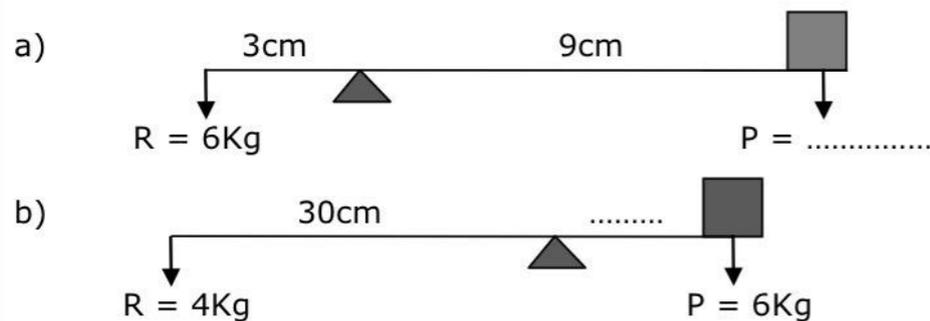
- Cosa si intende quando si dice che una leva è una macchina semplice?
- fai una rappresentazione schematica di una leva con tutti gli elementi che la caratterizzano, indicandone i nomi specifici;
- descrivi, con formule o attraverso un breve testo, come devono essere tra loro i vari elementi della leva affinché essa sia in equilibrio (legge di equilibrio della leva);
- spiega cosa intendi con la parola *vantaggio* riferita ad una leva.

2) a) Individua la posizione di P, R ed F nelle leve in uso nella vita quotidiana, sotto rappresentate;

- indica per ciascuna leva se è interfulcrata, interresistente o interpotente (oppure indicane il genere);
- indica per ciascuna leva se essa è vantaggiosa, svantaggiosa o indifferente, motivando le tue scelte in termini di  $B_p$  e  $B_r$ .



3) Calcola il valore mancante nelle seguenti leve in modo da determinarne l'equilibrio, facendo vedere i calcoli effettuati:



4) Utilizza i termini vantaggiosa, svantaggiosa, indifferente per descrivere le leve dell'esercizio precedente. Indica poi di che tipo/genere sono queste leve.

5) Una leva interfulcrata (1° genere) è lunga 75cm. Se ad una estremità viene posto un oggetto del peso di 20Kg ad una distanza di 35cm dal fulcro, quanta forza dovrò applicare per portare la leva in equilibrio?

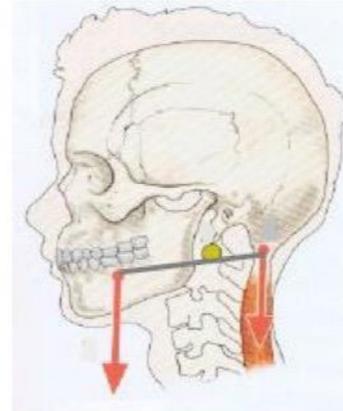
6) Una leva interresistente (2° genere) è lunga 60cm, la resistenza applicata è di 12Kg e il braccio della resistenza è di 15cm. Quale potenza dovrà essere applicata alla leva per portarla all'equilibrio?

7) Nella tabella seguente sono riportati i valori di Potenza (P), Resistenza (R), braccio della potenza ( $b_p$ ) e braccio della resistenza ( $b_r$ ) relativi ad alcune posizioni di equilibrio di una leva di primo genere (interfulcrata).

R (Kg)	$B_r$ (cm)	P (Kg)	$B_p$ (cm)
2	12	1	
2	12	2	
2	12	3	
2	12		4
2	12	8	
2	12		2,4
2	12	12	
2	12		

Esegui le seguenti consegne:

- completa la tabella;
- realizza un grafico cartesiano;
- indica il nome della rappresentazione ottenuta.



8) Nel seguente schema è rappresentata una leva del corpo umano costituita dall'articolazione di appoggio del capo. Esegui le seguenti consegne:

- indica, in corrispondenza degli elementi disegnati, le varie componenti della leva (potenza...);
- indica se la leva è interfulcrata, interresistente o interpotente (oppure indicane il genere);
- indica se la leva in questione è vantaggiosa, svantaggiosa o indifferente e motiva la tua risposta.

# | risultati

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Item #	1	2	3	4	5	6	7	8	tot punti
punt. max	12	14	6	4	3	4	15	8	66
Alunno									
1	3	5	3			4	7		22
2	7	5	6	4	2		13	2	39
3	2	3		1				1	7
4	7	9	3	2				8	29
5	7	10	6	4	2		7	3	39
6	5	12	3	4	2	4	10	5	45
7	2	12	6	4	2		15	4	45
8	8	14	6	2	3		13	8	54
9	8	14	6	4	3	4	15	8	62
10	8	10	6	4	3	4	15	8	58
11	8	6	6	2	4	3	15	6	50
12	10	14	6	4	3	4	15	2	58
13	11	14	6	4	3	4	15	8	65
14	8	9	6	4	2		15	8	52
15	12	14	6	4	3	4	15	8	66
16	6	13	6	4	3		15	8	55
17		14	6	4	3		15	2	44
18	4	14	6	4	2		15	8	53
19	5	14	4	4	3		13	8	51
20	6	14	6	4	2	4	15	8	59
21	6	8	6	4	3		15	2	44
22	10	14	6	4	3	4	15	8	64
23	6	11	6	4	3		15	5	50

# Analisi critica dei risultati

- Dall'analisi dei risultati della verifica risulta evidente che la stragrande maggioranza dei ragazzi si orienta in maniera sicura:
  - nell'individuazione degli elementi fondamentali della leva in oggetti noti di uso quotidiano;
  - nell'individuazione degli elementi fondamentali della leva in situazioni non note: carriola e leva del capo.
  - nella determinazione della condizione di vantaggio, svantaggio o indifferenza delle leve e nella sua motivazione con il rapporto tra  $B_p$  e  $B_r$ ;
  - nell'utilizzo della legge di equilibrio della leva per la risoluzione di problemi posti sia in forma schematica che in forma di testo, con l'eccezione del problema riguardante la leva di secondo genere, risolto correttamente dal 43% dei ragazzi.
  - nella realizzazione di diagrammi cartesiani di proporzionalità inversa.
- Risulta altresì evidente che i ragazzi, pur conoscendo la teoria e sapendola applicare (vedi considerazioni precedenti), mostrano difficoltà ad interpretare le richieste di tipo teorico e/o a rispondere correttamente (alle domande dell'es. 1 risponde in maniera sufficientemente adeguata il 52% dei ragazzi).

6) Cosa intendi con la parola "vantaggio" riferito ad una leva? \_\_\_\_\_

7) Quale tra le seguenti scritture rappresenta la legge di equilibrio di una leva?

- a)  $br : P = R : bp$       b)  $P : bp = R : br$       c)  $P : R = br : bp$

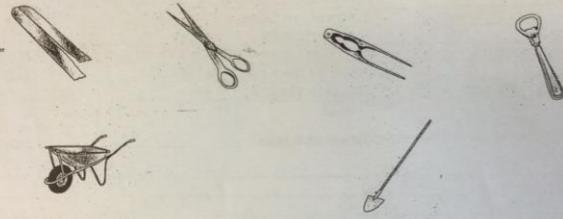
8) Completa inserendo i simboli mancanti ( $>$  e  $<$ ) e con i termini "vantaggiosa", "svantaggiosa" e "indifferente":

$bp = br$  e  $P = R$  \_\_\_\_\_

$bp > br$  e  $P < R$  \_\_\_\_\_

$bp < br$  e  $P > R$  \_\_\_\_\_

9) Individua la posizione di F, P e R nelle seguenti leve:

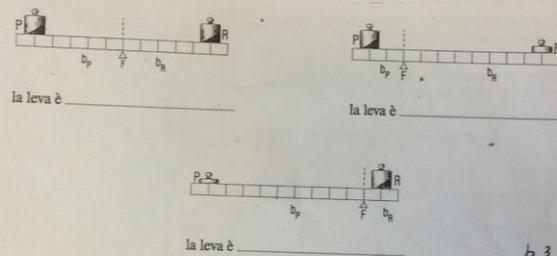


10) Risolvi le seguenti situazioni problematiche:

a) Una leva di secondo genere, lunga 80 cm è in equilibrio se la resistenza è 20 kg e il suo braccio 16 cm. Qual è il valore della potenza? (Fai il disegno schematico della leva e calcola nel modo più opportuno).

b) Una leva di primo genere è lunga 300 cm. Ad un'estremità, alla distanza di 36 cm dal fulcro, viene posta una resistenza di 100 kg. Quale dovrà essere il valore della potenza perché la leva sia in equilibrio? (Fai il disegno schematico della leva nel modo più opportuno).

11) Osserva con attenzione ciascuna leva rappresentata e stabilisci se è vantaggiosa, svantaggiosa o indifferente.



12) Osserva le seguenti figure relative al corpo umano e cerca di individuare in esse una leva indicando i 3 elementi F, P ed R che la costituiscono:



\_\_\_\_\_ genere  
\_\_\_\_\_ tipo

\_\_\_\_\_ genere  
\_\_\_\_\_ tipo

# Verifica III B e III C

VERIFICA su "LE LEVE" Alunna/o \_\_\_\_\_ classe 3° \_\_\_\_\_

1) La leva è una macchina "semplice": sai dire cosa significa?

2) Come si può schematizzare con un disegno una leva? Indica nel disegno la posizione degli elementi che la costituiscono.

3) Collega con una linea o freccia ogni termine alla sua definizione:

Leva	Punto fisso attorno al quale ruota una leva
Fulcro	Distanza tra fulcro e potenza
Resistenza	Forza applicata
Braccio della potenza	Asta rigida che ruota attorno ad un punto fisso
Potenza	Distanza tra fulcro e resistenza
Braccio della resistenza	Forza da vincere

4) Quale criterio si segue per classificare una leva?

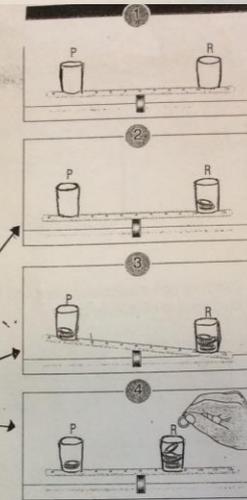
5) In quanti modi diversi si possono suddividere le leve da noi osservate? Fai uno schema per ciascun tipo e scrivi il nome di ciascuno di essi.

13) LEGGI ATTENTAMENTE E COMPLETA:

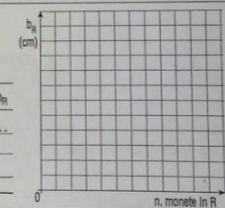
1) Una riga in equilibrio

- Materiali**
- riga graduata di 60cm o più
  - piccolo sostegno (ad esempio una gomma)
  - due bicchierini di plastica trasparenti
  - alcune monete uguali

1. Sistema la riga in modo che sia appoggiata al sostegno nel suo baricentro. Contrassegna con P (potenza) e R (resistenza) i bicchieri e sistemali alle due estremità della riga, alla stessa distanza dal sostegno (fulcro).
2. Metti due monete nel bicchiere P e due nel bicchiere R. La leva è in equilibrio? Annota nella tabella il numero delle monete e la distanza di ciascun bicchiere dal fulcro.
3. Aggiungi nel bicchiere R due monete e sposta il bicchiere per ottenere ancora l'equilibrio. Annota i dati nella tabella.
4. Aggiungi altre due monete in R e cerca l'equilibrio spostando nuovamente il bicchiere.
5. Completa la tabella e disegna il grafico. *anche con altri valori possibili*



N. monete in P	$b_p$ (cm)	N. monete in R	$b_R$ (cm)	$P \times b_p$	$R \times b_R$
2	20	2		$2 \times \dots$	$2 \times \dots$
2		4			
2		6			
2					
2					



Mantenendo costante la potenza e il relativo braccio e aumentando la resistenza, per ripristinare l'equilibrio occorre \_\_\_\_\_ la resistenza al fulcro.  
 Maggiore è la resistenza, \_\_\_\_\_ il suo braccio.  
 Il sistema è in equilibrio quando i due prodotti  $P \times b_p$  ed  $R \times b_R$  sono uguali.  
 Puoi dire che la resistenza e il suo braccio sono \_\_\_\_\_ proporzionali.

Punteggio finale \_\_\_\_\_ /50

VALUTAZIONE \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_\_

p.9

# I risultati nelle due classi

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	tot. Punti
punt. max	2	2	3	2	6	2	1	5	6	6	3	3	9	50
Alunno														
1*		1			6	2		2	1		3			15
2	2	2	3	2	6	1	1	5	5	5	3		9	44
3	1	2	3	2	6	1	1	5	6	3	3	2	5	40
4		1	3	2	4	1		2	6		3	2	3	27
5	1	2	3	2	6	2	1	5	6	5	3	2	9	47
6		2	3		5	1	1	5	3	2	3		5	30
7	2	2	3	2	6	2	1	5	6	5	3	2	9	48
8	2	2	3	2	6		1	5	6	6	3	1	9	46
9		1	3	2	3		1	5	6		3	2		26
10	1	2	3	2	6	2	1	4	6	3	3	2	9	44
11	1	2	3	2	6	2	1	5	5	2	3	2	4	38
12	2	2	3		6	2	1	5	6	3	3	2	6	41
13	2	2	1		1	1	1	5	2		3	1	3	22
14		2	3		2			4	2		3		4	20
15	1	2	3	2	4	2	1	5	6	1	1	3	3	34
16	1	2	3		4	1	1	5	6	4	3	2	8	40
17		2	3	1	4		1	5	6	2	1	1		26
18	2	2	3	2	6	2	1	5	6	4	3	2	9	47
19	2		3	2	1			5	6		3	1	2	25
20		1	1		1			3	4			2	2	14
21	2	2	2		5	2	1	5	6	2	3	2	5	37
22	1	1	1	1	5	2		5	6	1	3		3	29

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	tot. Punti
punt. max	2	2	3	2	6	2	1	5	6	6	3	3	9	50
Alunno														
1	2	2	3	3	6	2		5	5	6	3	3	9	49
2	2	2	3	2	6	2	1	5	6	3	3	2	7	44
3	2	2	3	2	6	1	1	2	6	3	1	2	9	40
4		1	2		3	2		5	5		3	1		22
5	1	2	3	2	6	1	1	5	6		3	2	6	38
6	1	2	3	2	6	2		5	6	3	3	2	9	44
7	2	2	3	2	6	1	1	5	6	3	3	2	9	45
8	2	2	2	2	3	2	1	5	6	3	3	1	1	33
9	2	2	2	2	6	2	1	5	6	2	3	2	5	40
10		1	1				1	5	3		1			12
11	2	2	3		6	2	1	5	6	3	3	1	5	39
12	1	2	2	2	5	1	1	5	5	3	3	2	5	37
13	1	2	3		1		1	5	5		1	1	3	23
14	2	2	3	2	6	2	1	5	5	6	3	1	9	47
15	2	2	3	2	6	1	1	5	6	1	3	2	7	41
16	1	2	3	2	6	2	1	5	6	3	3	2	6	42
17		2	3	1	3	2	1	5	6	6	3	3	6	41
18	1	2	3	2	6	2	1	5	4	3	3	2	9	43
19		2	2		2	1	1	5	6		3	1	3	26
20	2	2	2	2	4	2		2	5		3	1	5	30

## Analisi critica dei risultati

- Dall'analisi dei risultati della verifica risulta evidente che anche nelle altre due classi terze la maggioranza dei ragazzi si orienta in maniera sicura:
  - nell'individuazione degli elementi fondamentali della leva in oggetti noti di uso quotidiano;
  - nell'individuazione degli elementi fondamentali della leva in situazioni non note: carriola e leva del capo, anche se la leva nel corpo umano ha creato più difficoltà nel riconoscimento dei suoi elementi;
  - nella determinazione della condizione di vantaggio, svantaggio o indifferenza delle leve e nella sua motivazione con il rapporto tra  $B_p$  e  $B_r$ ;
  - nell'utilizzo della legge di equilibrio della leva per la risoluzione di problemi posti sia in forma schematica che in forma di testo, con l'eccezione del problema riguardante la leva di secondo genere, risolto correttamente solo dal 29% dei ragazzi delle due classi terze;
  - nella realizzazione di diagrammi cartesiani di proporzionalità inversa.
- Risulta altresì evidente che i ragazzi, pur conoscendo la teoria e sapendola applicare, mostrano difficoltà ad interpretare le richieste di tipo teorico (es. 1 il 45% dei ragazzi) e/o a rispondere correttamente (es. 3, 4 e 5 il 55%).

# Valutazione dell'efficacia del percorso didattico

- Dalle prove finali dei ragazzi, dalle osservazioni emerse durante il lavoro in classe e in aula di Scienze e dal lavoro individuale e collettivo svolto in classe, la valutazione del percorso che abbiamo effettuato è senz'altro positiva.
- I ragazzi si sono mostrati sempre coinvolti dalle attività sperimentate, a partire dalla situazione problematica iniziale, fino alla parte conclusiva nella quale si indagavano le leve di uso quotidiano. L'aver osservato, nella parte iniziale del percorso, che tanti oggetti di uso quotidiano sono leve ha mantenuto sempre alta la loro curiosità e il loro interesse e ha fatto percepire ai ragazzi come la fisica faccia parte del nostro quotidiano e non sia solo un "oggetto di studio scolastico".
- L'utilizzo di oggetti facilmente reperibili (assi di legno, sassi, righello, gomma, monete, cartoncino...) ha il vantaggio di poter far ripetere le esperienze al di fuori dell'ambiente scolastico; allo stesso tempo, esso consente di far percepire ai ragazzi che per studiare fenomeni fisici anche complessi non sono necessarie strumentazioni particolarmente sofisticate e che quindi tutti, anche con strumenti "poveri", possono avvicinarsi allo studio di questa materia.
- La verbalizzazione individuale, le rappresentazioni grafiche delle situazioni analizzate, il lavoro sulla lingua per la decodifica dei termini vantaggio e svantaggio, lo sperimentare con il proprio corpo, il tornare più volte sulle situazioni sperimentate, ha permesso ai ragazzi di avvicinarsi progressivamente alle leggi di equilibrio della leva. Le osservazioni in classe e i risultati della verifica finale mostrano come i ragazzi si siano veramente appropriati di questa legge e l'abbiano anche saputa utilizzare in contesti nuovi.