

REGIONE  
TOSCANA



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

**Rete Scuole LSS**

**a.s. 2016/2017**

**IIS Leonardo da Vinci**  
**Biennio Tecnico Settore Tecnologico**  
**Classe Prima**

**LA SPINTA DI ARCHIMEDE**  
**Il galleggiamento di un solido in un liquido**

- Disciplina: **Fisica**
- Ore curricolari: tre ore settimanali
- Periodo di svolgimento dell'attività: secondo quadrimestre

### **Prerequisiti**

- Conoscere le forze e i loro effetti, saperle misurare staticamente e rappresentarle vettorialmente
- Conoscere e saper misurare massa, forza peso, densità e peso specifico
- Conoscere e saper applicare i criteri di equilibrio per un corpo rigido
- Conoscere e saper descrivere graficamente e analiticamente la proporzionalità diretta
- Saper valutare l'incertezza e la precisione di misure dirette e indirette
- Saper rappresentare grafici sperimentali

## Finalità

- Sviluppo della motivazione ad apprendere
- Acquisizione di competenze
- Crescita dell'autonomia e della consapevolezza

Il tema del galleggiamento dei corpi è in generale accolto con interesse e curiosità dagli studenti delle classi prime soprattutto perché tutti hanno esperienze dirette del fenomeno nella vita quotidiana.

Spesso gli studenti conoscono già l'enunciato del principio di Archimede, ma a volte questa conoscenza formale non è accompagnata da una comprensione sostanziale del fenomeno e da una competenza nell'interpretazione analitica di situazioni reali di galleggiamento.

La finalità è quella di produrre negli allievi dei conflitti cognitivi in modo che gli studenti stessi possano ristrutturare la rete delle conoscenze possedute ricostituendola ad un livello più elevato conducendo un'attività sperimentale in modo da giungere in modo autonomo e consapevole alla corroborazione del principio di Archimede.

## Obiettivi di apprendimento

- Comprensione del galleggiamento di un corpo come situazione di equilibrio e interazione solido – fluido
- Acquisizione di un metodo di ricerca e di analisi di un modello rappresentativo del fenomeno studiato
- Capacità di realizzare un processo di misurazione
- Competenza nell'uso di un lessico scientifico corretto
- Consolidamento dell'abilità di rappresentazione tabulare e grafica di dati sperimentali
- Potenziamento della capacità di esprimere relazioni matematiche tra grandezze fisiche variabili con la consapevolezza della complessità delle fasi di interpolazione e estrapolazione di dati sperimentali
- Saper analizzare e interpretare fenomeni di galleggiamento

## Approccio metodologico

Stimolare Curiosità e Motivazione ⇨ Recupero delle Preconoscenze



Fase Finale ⇨ Verifica degli Apprendimenti

## Metodologia didattica

- Brainstorming
- Attività laboratoriale
- Apprendimento cooperativo
- Lezione dialogica
- Problem solving
- Ricerca sul web
- Esercitazioni individuali

Il metodo di lavoro ha cercato di rendere gli studenti protagonisti del proprio percorso di apprendimento, favorire la riflessività e l'autovalutazione. In tutta l'attività svolta sono state usate schede cartacee e su file per pc, che i gruppi di lavoro degli allievi hanno elaborato in gran parte in modo autonomo.

## Materiali e strumenti

- Vaschette trasparenti
- Becker graduati, cilindri graduati
- Liquidi di diversa natura: glicerina, acqua, ecc.
- Oggetti di uso comune: bottigliette, lattine, plastilina, tazzine, carta, gomme, sugheri, cubetti di marmo, ecc.
- Parallelepipedi, di uguale volume, di diversi tipi di legno (rovere, noce, ciliegio, teak, tiglio, abete, balza, wengé)
- Cilindri di alluminio, acciaio, ottone, PVC duro, con volume diverso e con lo stesso volume, con anelli equidistanti incisi sulle superfici cilindriche esterne indicanti la frazione di volume totale
- Aste di sostegno e morsetti con gancio
- Dinamometri con diverse portate (1,00N; 5,0N) e sensibilità (0,01N; 0,1N)
- Calibri ventesimali
- Bilancia tecnica elettronica digitale





## **Ambiente di apprendimento**

- Aula di laboratorio di Fisica
- Aula con LIM
- Aula attrezzata con pc e collegamento Internet

## **Tempi**

- Per la progettazione specifica del progetto: 10 ore
- Tempo scuola effettivamente impiegato: 16 ore
- Tempo per la documentazione: 12 ore

## **Informazioni sull'allestimento**

I cilindri di alluminio, acciaio, ottone e PVC duro sono stati realizzati dagli studenti del secondo biennio dell'IS Leonardo da Vinci nel Laboratorio di Tecnologie Meccaniche con uso di macchine a controllo numerico. I parallelepipedi in diversi tipi di legno sono stati realizzati in falegnameria.

## **Criticità nell'allestimento**

Difficile reperibilità di dinamometri ad uso didattico con adeguato rapporto sensibilità-portata. Uso di glicerina liquida per contenere le significative incertezze sperimentali in relazione alle caratteristiche degli strumenti disponibili.

## Sintesi delle fasi svolte

- Fase iniziale: stimolare curiosità e motivazione  
recupero delle preconoscenze
- Fase preliminare: forze agenti su un corpo in equilibrio,  
forze agenti su un corpo immerso,  
forza peso apparente,  
vettore spinta di Archimede
- Fase 1: spinta di Archimede e forza peso del solido
- Fase 2: spinta di Archimede e volume immerso del solido
- Fase 3: spinta di Archimede e densità del liquido
- Fase 4: il principio di Archimede
- Fase 5: la spinta di Archimede e la temperatura del liquido
- Fase 6: galleggiamento di un solido in un liquido
- Fase finale: verifica degli apprendimenti

## Fase iniziale: Stimolare curiosità e motivazione

Sono state proposte alla LIM immagini di corpi galleggianti



.....

Proposta di riflessione per gli studenti:

*perché in una piscina riuscite facilmente a galleggiare immobili in posizione orizzontale, ma non immobili in posizione verticale?*

.....

## Fase iniziale: Recupero delle preconoscenze

Cosa significa galleggiare?

*... che un corpo è sospeso tra acqua e aria ... che non raggiunge il fondo del liquido su cui è stato poggiato...stare sulla superficie di un liquido un po' all'interno e un po' all'esterno ... essere sospesi in un fluido grazie all'annullamento della forza di gravità...*

In acqua ci sentiamo più leggeri? Perché?

*... perché vengo sostenuto dall'acqua e quindi diminuisce la gravità .... perché l'acqua riduce il peso.. . si perde la forza di gravità ..... l'acqua ci sostiene equilibrando la forza di gravità... .....*

## Osservazione

Sono stati fatti immergere corpi di materiale e volume diversi, corpi di materiale diverso e uguale volume, corpi dello stesso materiale e volume diverso



## Osservazione

- Cosa osservate?

*...i piccoli blocchetti di marmo affondano ..... i legnetti galleggiano ma non tutti allo stesso modo .... qualcuno va più a fondo ...qualcuno galleggia meglio ...*

- Immergete la tazzina di vetro. Pensate che affondi o galleggi?

*..... Affonda, sicuramente affonda ... il vetro è pesante .....*

- Cosa osservate?

*... la tazzina galleggia .....perché ? ...*

- Sorreggete un bicchiere colmo d'acqua in aria, poi sorreggetelo immerso in acqua. Cosa osservate?

*... sembra più leggero immerso in acqua ...*

- Esercitate una forza su un corpo galleggiante spingendolo sul fondo del recipiente, poi non esercitate più la forza. Cosa osservate?

*..... il corpo sale e ritorna a galleggiare .....*

## Discussione e ipotesi

- Un liquido esercita una forza su un corpo immerso o parzialmente immerso?

*.... si esercita una forza perpendicolare al terreno ...si una forza contraria a quella di gravità ...si sembra che il corpo in acqua pesi meno ....*

- Da cosa pensate dipenda la forza esercitata dal liquido sul solido immerso o parzialmente immerso nel liquido?

*....dalla forma del solido immerso .... dal volume del solido ..... dal peso del solido .... dal peso specifico del solido ... dal volume del liquido ... dalla densità del liquido ... dal peso specifico del liquido ... dalla viscosità del liquido ... dal volume immerso del solido... dalla temperatura del liquido se per esempio l'acqua è meno fredda forse cambia la forza...*



## Esplicitazione di tutte le ipotesi

The image shows a digital whiteboard interface with a list of factors. The text is handwritten in purple and red. The interface includes a top bar with 'Senza titolo' and 'Pagina 2 di 2 Adatta', a right-side toolbar with drawing tools, and a Windows taskbar at the bottom with the date '26/05/2015' and time '09:25'.

**SPINTA DI ARCHIMEDE**  
Da quali fattori dipende la forza che il liquido esercita sul solido?  
**DA QUALI FATTORI DIPENDE?**

- FORZA DEL SOLIDO IMMERSO
- PESO DEL SOLIDO IMMERSO
- PESO SPECIFICO DEL SOLIDO IMMERSO
- PESO SPECIFICO DEL LIQUIDO
- TEMPERATURA DEL LIQUIDO
- VISCOSITÀ DEL LIQUIDO
- VOLUME DEL SOLIDO IMMERSO

## Discussione e riorganizzazione ipotesi

La quantità di liquido è stata rapidamente scartata tra le ipotesi in modo autonomo dagli studenti *...la grandezza di una piscina non ha nessuna importanza sul galleggiamento ...*

Gli studenti sono stati sollecitati a riflettere sui seguenti aspetti :

*densità e peso specifico sono grandezze fisiche correlate in una stessa località*

*la viscosità è grandezza fisica diversa dalla densità, la viscosità incide in un moto relativo tra solido e fluido non in una situazione di equilibrio statico come quella osservata*

*la forma di un solido non è una grandezza fisica come invece lo sono il volume e la forza peso*

## **Ipotesi e attività pratica**

Possiamo misurare la forza che un liquido esercita su un solido immerso o parzialmente immerso in esso?

Quali fattori potrebbero influire sulla forza che il liquido esercita su un solido immerso o parzialmente immerso?

forza peso  
del solido

volume del solido

volume immerso  
del solido

densità del liquido

temperatura del liquido

## Fase preliminare: Risultante del sistema di forze agenti su un corpo in equilibrio

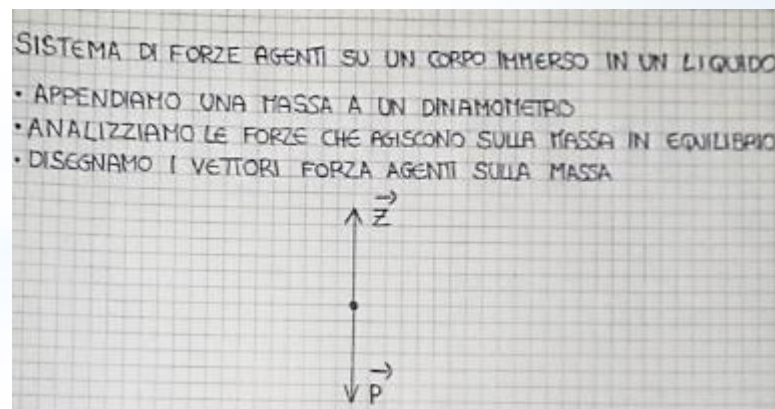
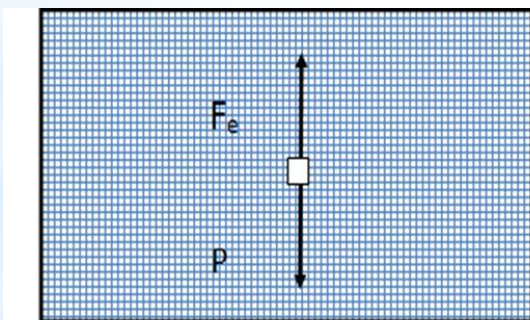
Appendere un cilindro a un dinamometro fissato ad un sostegno all'altra estremità. Quali forze agiscono sulla massa in equilibrio?

*... La forza peso e la forza elastica, dirette verticalmente e con lo stesso modulo ma con verso contrario ...*

Quanto vale la risultante del sistema di forze agenti sul corpo in equilibrio?

*... Zero*

Disegnare i vettori forza agenti sul cilindro



## Fase preliminare: Forze agenti su un corpo parzialmente immerso in un liquido, forza peso apparente

Misurare la forza peso  $P$  dei cilindri prima in aria, poi parzialmente immersi in glicerina (Peso apparente  $P_a$ )

dinamometro portata  $1,00\text{ N}$  - sensibilità  $0,01\text{ N}$

Cilindro	Forza Peso in aria $P$ $\pm 0,01\text{ N}$	Forza Peso in glicerina Peso apparente $P_a$ $\pm 0,01\text{ N}$
PVC1	0,06 N	0,03 N
Ottone1	0,31 N	0,27 N
Alluminio1	0,11 N	0,08 N
Acciaio1	0,30 N	0,27 N

MISURIAMO LA FORZA PESO  $P$  DEI CILINDRI PRIMA IN ARIA E POI PARZIALMENTE IMMERSI IN GLICERINA (PESO APPARENTE  $P_a$ )

DINAMOMETRO PORTATA  $1,00\text{ N}$ , SENSIBILITÀ  $0,01\text{ N}$

CILINDRO	FORZA PESO IN ARIA $P$ $\pm 0,01\text{ N}$	FORZA PESO IN GLICERINA PESO APPARENTE $P_a$ $\pm 0,01\text{ N}$
PVC1	0,06 N	0,03 N
OTTONE1	0,31 N	0,27 N
ALLUMINIO1	0,11 N	0,08 N
ACCIAIO1	0,30 N	0,27 N

## Fase preliminare: Misura della Spinta di Archimede

Osservando i valori misurati puoi confermare che il liquido esercita una forza  $S$  sul cilindro parzialmente immerso? ... Sì

Calcolare i valori di  $S$  (spinta) nell'ultima colonna della tabella.

MISURIAMO LA FORZA PESO CON UN DINAMOMETRO DI UNA MASSA IN ACCIAIO PARZIALMENTE IMMERSA IN GLICERINA (PESO APPARENTE) E CALCOLIAMO LA DIFFERENZA TRA LE DUE FORZE IL LIQUIDO ESERCITA UNA FORZA SUL CILINDRO PARZIALMENTE IMMERSO.

CILINDRO	FORZA PESO IN ARIA $P$ $\pm 0,01 \text{ N}$	FORZA PESO IN GLICERINA PESO APPARENTE $P_a$ $\pm 0,01 \text{ N}$	SPINTA $S = P - P_a$
PVC1	0,06 N	0,03 N	0,03 N
OTTONE 1	0,31 N	0,27 N	0,04 N
ALLUMINIO 1	0,11 N	0,08 N	0,03 N
ACCIAIO 1	0,30 N	0,27 N	0,03 N

Cilindro	Forza Peso in aria $P$ $\pm 0,01 \text{ N}$	Forza Peso in glicerina Peso apparente $P_a$ $\pm 0,01 \text{ N}$	Spinta $S = P - P_a$
PVC1	0,06 N	0,03 N	0,03 N
Ottone1	0,31 N	0,27 N	0,04 N
Alluminio1	0,11 N	0,08 N	0,03 N
Acciaio1	0,30 N	0,27 N	0,03 N

## Fase preliminare: Vettore Spinta di Archimede

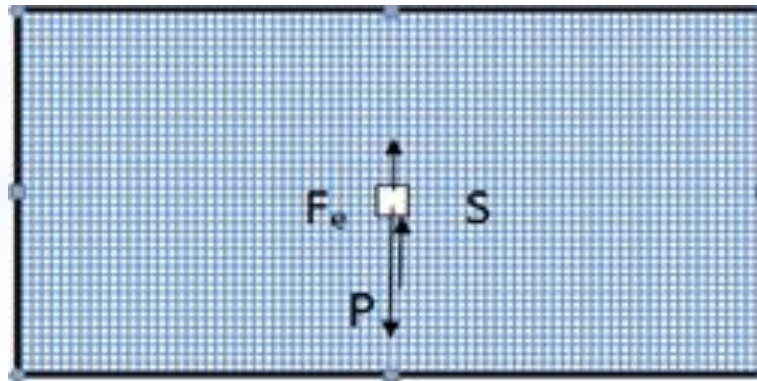
La forza esercitata dal liquido sul solido si chiama Spinta di Archimede.

Quali sono la direzione e il verso di questa forza? ... *Verticale verso l'alto*

Quali forze agiscono sul cilindro in equilibrio appeso al dinamometro e parzialmente immerso nella glicerina?... *La forza peso, la forza elastica e la spinta di Archimede*

Quanto vale la risultante del sistema di forze agenti sul corpo parzialmente immerso in equilibrio? ... *Zero*

Disegna le forze



## Fase 1. Indagine sulla relazione tra Spinta di Archimede e forza peso del solido immerso: Misura della Spinta di Archimede su solidi di uguale volume e diverso peso (ipotesi 1)

**OSSERVA:** *Se immergiamo completamente un cilindro nel liquido varia l'intensità della Spinta di Archimede? .... sì aumenta*

Misurare la Spinta di Archimede  $S$  IMMERGENDO COMPLETAMENTE tutti i cilindri di UGUALE VOLUME in glicerina

### DISCUSSIONE:

Perché non cambiamo il tipo di liquido?

Perché immergiamo completamente i cilindri?

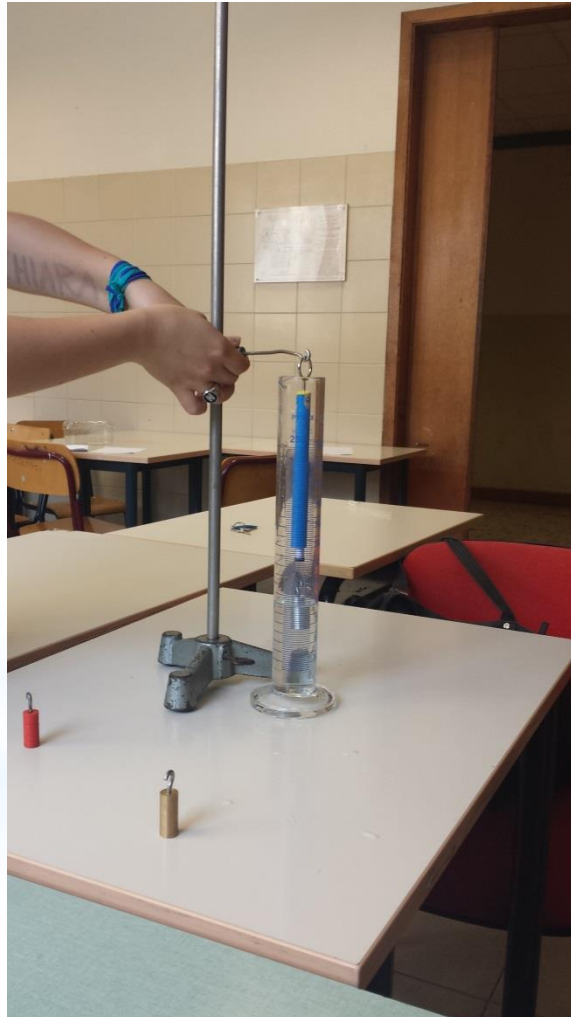
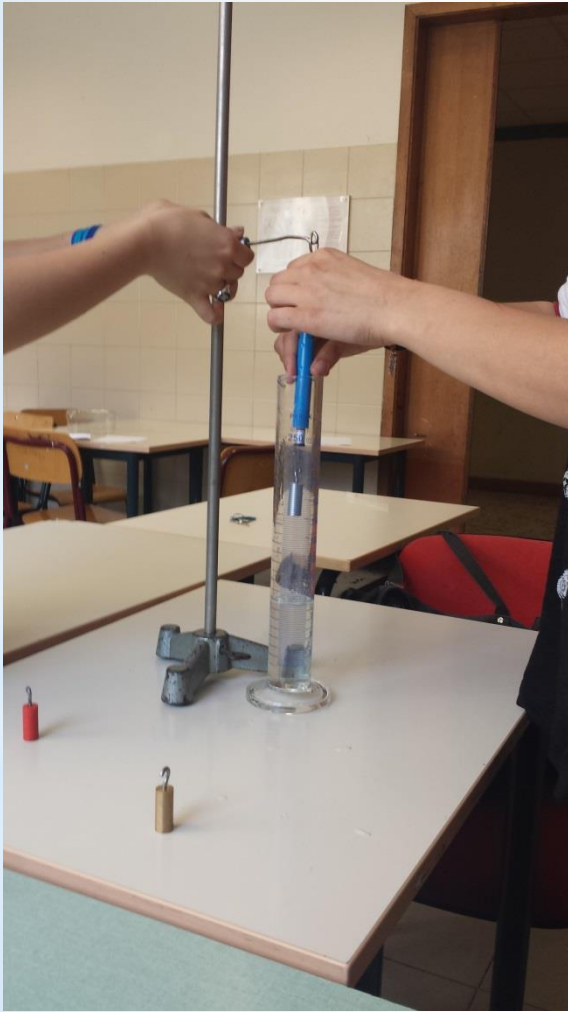
Perché usiamo cilindri dello stesso volume?

*...Perché le misure di  $S$  non siano influenzate da altre variabili previste nelle ipotesi cioè dal volume del solido, dal volume immerso, dalla densità del liquido, ma solo dalla forza peso del cilindro che è pari al prodotto del peso specifico del materiale per il volume del solido. Usando cilindri di diverso materiale con lo stesso volume completamente immerso varia solo la forza peso del cilindro.*





# Fase 1. Indagine sulla relazione tra Spinta di Archimede e forza peso del solido immerso: Misura della Spinta di Archimede su solidi di uguale volume e diverso peso (ipotesi 1)



# Fase 1. Indagine sulla relazione tra Spinta di Archimede e forza peso del solido immerso: Misura della Spinta di Archimede su solidi di uguale volume e diverso peso (ipotesi 1)

Dinamometro portata 1,00 N sensibilità 0,01N

Dinamometro portata 5,0 N sensibilità 0,1N

Dimensioni cilindro	Cilindro	Forza Peso in aria P $\pm 0,01$ N $\pm 0,1$ N	Forza Peso in glicerina Peso apparente $P_a$ $\pm 0,01$ N $\pm 0,1$ N	Spinta $S = P - P_a$
$\phi = 1,50$ cm H = 4,00 cm	PVC1	0,06 N	0,01 N	0,05 N
	Ottone1	0,31 N	0,26 N	0,05 N
	Alluminio1	0,11 N	0,06 N	0,05 N
	Acciaio1	0,30 N	0,25 N	0,05 N
$\phi = 2,50$ cm H = 6,00 cm	PVC2	0,43 N	0,07 N	0,36 N
	Ottone2	2,5 N	2,1 N	0,4 N
	Alluminio2	0,80 N	0,43 N	0,37 N
	Acciaio2	2,3 N	1,9 N	0,4 N

MISURIAMO LA SPINTA DI ARCHIMEDE SU SOLIDI DI UGUALE VOLUME E DIVERSO PESO

DINAMOMETRO PORTATA 1,00 N SENSIBILITÀ 0,01N

DINAMOMETRO PORTATA 5,0 N SENSIBILITÀ 0,1N

DIMENSIONI CILINDRO	CILINDRO	FORZA PESO IN ARIA P $\pm 0,01$ N $\pm 0,1$ N	FORZA PESO IN GLICERINA PESO APPARENTE $P_a$ $\pm 0,01$ N $\pm 0,1$ N	SPINTA $S = P - P_a$
$\phi = 1,50$ cm H = 4,00 cm	PVC1	0,06 N	0,01 N	0,05 N
	OTTONE 1	0,31 N	0,26 N	0,05 N
	ALLUMINIO 1	0,11 N	0,06 N	0,05 N
	ACCIAIO 1	0,30 N	0,25 N	0,05 N
$\phi = 2,50$ cm H = 6,00 cm	PVC2	0,43 N	0,07 N	0,36 N
	OTTONE 2	2,5 N	2,1 N	0,4 N
	ALLUMINIO 2	0,80 N	0,43 N	0,37 N
	ACCIAIO 2	2,3 N	1,9 N	0,4 N

## **Sintesi Fase1. Indagine sulla relazione tra Spinta di Archimede e forza peso del solido immerso**

### **Conclusioni:**

*La Spinta di Archimede, tenendo conto delle incertezze delle misure, può ritenersi uguale per cilindri dello stesso volume completamente immersi [PVC1,Ottone1, Alluminio1,Acciaio1] [PVC2, Ottone2, Alluminio2, Acciaio2] anche se di materiali diversi cioè di densità e peso specifico diversi, quindi di forze peso diverse*

La Spinta di Archimede dipende dalla forza peso del corpo immerso?

*No*

*Tenendo conto delle incertezze delle misure, si può ritenere la Spinta di Archimede indipendente dalla forza peso del solido immerso*

## **Fase 2. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e il volume immerso del solido(ipotesi 2 e 3)**

**OSSERVA:** Se immergiamo completamente o parzialmente nella glicerina un cilindro appeso al dinamometro, cambia il livello della glicerina nel contenitore graduato? Spiega. ...Sì. *Il livello della glicerina nel contenitore graduato si innalza. La variazione di livello della glicerina (mL) è dovuta al volume di glicerina spostato e occupato dal cilindro immerso.*

Come potresti misurare il volume immerso di un cilindro senza misurare lunghezze? *Dal volume di glicerina spostato*

**Conclusione:** volume immerso del solido = *volume di liquido spostato*

## Fase 2. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e il volume immerso del solido (ipotesi 2 e 3)

Appendere il cilindro Alluminio<sup>2</sup> ad un dinamometro e variare il volume immerso  $V$  del corpo nella glicerina utilizzando le 12 tacche equidistanti incise sulla superficie laterale del cilindro stesso. Misurare la Spinta di Archimede  $S$  e tracciare il grafico sperimentale  $S=f(V)$

Dinamometro portata 1,00 N sensibilità 0,01N

Relazione tra intensità della spinta di Archimede e volume immerso solido

- Appendiamo la massa a un dinamometro e notiamo il volume immerso del corpo - osserviamo che il livello del liquido nel recipiente si innalza non che aumenta il volume del solido immerso.
- Misuriamo il volume immerso del solido e la spinta di Archimede corrispondente.

VOLUME IMMERSO DEL CILINDRO = VOLUME DI LIQUIDO SPOSTATO $V_i$	FORZA PESO IN ARIA $P$ $\pm 0,01$ N	FORZA PESO IN GLICERINA PESO APPARENTE $P_a$ $\pm 0,01$ N	SPINTA $S = P - P_a$ $\pm 0,02$ N
$V_1$ 3 TACCHE/12	0,80 N	0,72 N	0,08 N
$V_2$ 6 TACCHE/12	0,80 N	0,64 N	0,16 N
$V_3$ 9 TACCHE/12	0,80 N	0,54 N	0,26 N
$V_4$ 12 TACCHE/12	0,80 N	0,46 N	0,34 N

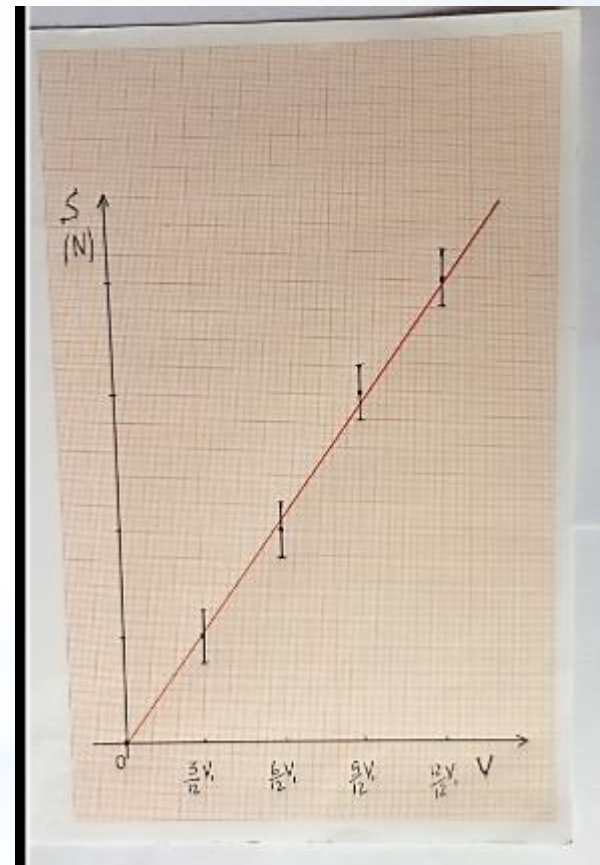
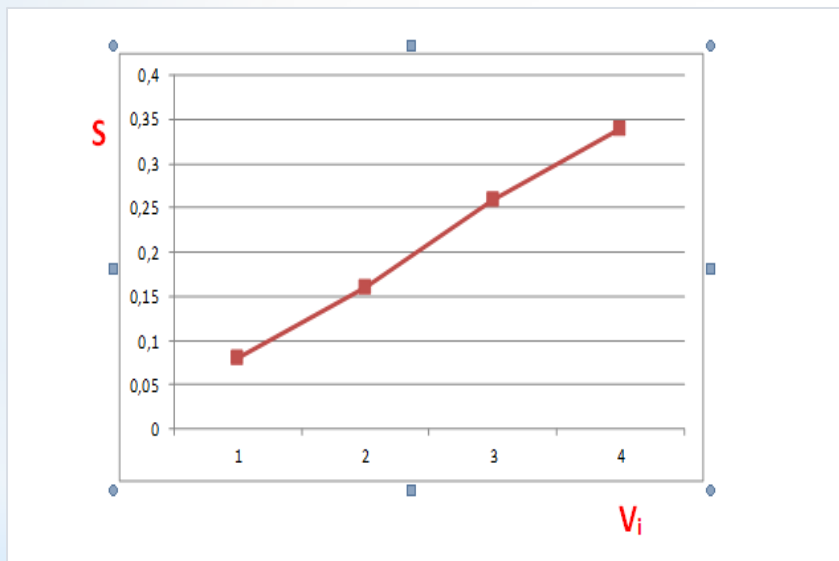


## Fase 2. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e il volume immerso del solido(ipotesi 2 e 3)

Dinamometro portata 1,00 N sensibilità 0,01N

Volume immerso del cilindro = Volume di liquido spostato $V_i$	Forza peso in aria $P$ $\pm 0,01N$	Forza Peso in glicerina Peso apparente $P_a$ $\pm 0,01N$	Spinta $S = P - P_a$ $\pm 0,02 N$
$V_1$ 3 tacche/12	0,80 N	0,72 N	0,08 N
$V_2$ 6 tacche/12	0,80 N	0,64 N	0,16 N
$V_3$ 9 tacche/12	0,80 N	0,54 N	0,26 N
$V_4$ 12 tacche/12	0,80 N	0,46 N	0,34 N

## Fase 2. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e il volume immerso del solido (ipotesi 2 e 3)



## **Fase 2. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e il volume immerso del solido (ipotesi 2 e 3)**

Quale relazione matematica è possibile ragionevolmente scrivere tra la variabile  $V_i$  volume immerso e la variabile  $S$  spinta,  $S = f(V_i)$  tenendo comunque conto delle incertezze sperimentali? ....*tenendo conto delle incertezze delle misure,  $S = k \cdot V_i$  relazione di proporzionalità diretta*

Qual è l'unità di misura della pendenza della retta interpolante tracciata? ... *L'unità di misura della pendenza della retta interpolante cioè della costante di proporzionalità diretta  $k$  è  $N/m^3$*

Quale grandezza fisica ha tale unità di misura? .... *Il peso specifico di una sostanza cioè il prodotto della densità della sostanza per l'accelerazione di gravità*



## Fase 2. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e il volume immerso del solido (ipotesi 2 e 3)

### Conclusioni:

*La Spinta di Archimede è ragionevolmente direttamente proporzionale al volume immerso del solido*

volume immerso del solido = volume di liquido spostato

*La Spinta di Archimede è ragionevolmente direttamente proporzionale al volume del liquido spostato dal corpo immerso*

$$\frac{\text{Spinta di Archimede}}{\text{Volume del liquido spostato}} = K \quad \left[ \frac{N}{m^3} \right]$$

### **Fase 3. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e densità del liquido (ipotesi 4)**

Misurare la spinta di Archimede su due cilindri di MATERIALE DIVERSO, ma con lo STESSO VOLUME, prima completamente immersi in glicerina e poi in acqua.

### **DISCUSSIONE**

Perché dobbiamo immergere sempre lo stesso volume?

Perché possiamo prendere cilindri di materiale diverso, ma non con volume diverso?

*...Perché la Spinta di Archimede dipende dal volume di liquido spostato dal corpo immerso, ma non dipende dalla forza peso del corpo immerso. In questo modo l'unica variabile diventa la densità del liquido cioè il peso specifico del liquido diviso l'accelerazione di gravità*

### Fase 3. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e densità del liquido (ipotesi 4)

- Calcola il volume dei cilindri  $\phi=2,50\text{ cm}$   $H=6,00\text{ cm}$   $V = \pi \cdot \phi^2 \cdot H / 4$   
 $\approx 29,4\text{ cm}^3$



- La glicerina ha una densità maggiore o minore dell'acqua? *Maggiore.*

$\text{densità}_{\text{acqua}}$  circa  $1000\text{ kg/m}^3 = 1\text{ g/cm}^3$  ;  $\text{densità}_{\text{glicerina}}$  circa  $1260\text{ kg/m}^3 =$   
 $1,26\text{ g/cm}^3$  (temperatura ambiente)

### Fase 3. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e densità del liquido (ipotesi 4)

Cilindro	Liquido	Forza Peso in aria P $\pm 0.01N$	Forza Peso apparente $P_a$ $\pm 0,01N$	Spinta $S = P - P_a$ $\pm 0,02N$	$d_{\text{liquido}} =$ $k/g =$ $S_{\text{medio}} / (V \cdot g)$
PVC2	Glicerina	0,43 N	0,07 N	0,36 N	1,2 g/cm <sup>3</sup>
Alluminio2	Glicerina	0,80 N	0,46 N	0,34 N	
PVC2	Acqua	0,43 N	0,14 N	0,29 N	1,0 g/cm <sup>3</sup>
Alluminio2	Acqua	0,80 N	0,50 N	0,30 N	

### **Fase 3. Relazione tra intensità della spinta di Archimede e densità del liquido (ipotesi 4)**

**CONCLUSIONI:** .....Maggiore è la densità del liquido, maggiore è la Spinta di Archimede cioè la forza che il liquido esercita sul corpo immerso.

....Maggiore è il peso specifico del liquido  $p_s = d \cdot g$ , maggiore è la Spinta di Archimede.

La spinta di Archimede dipende dal tipo di liquido?

...Sì

...La spinta di Archimede dipende dal tipo di liquido

## Fase 4. Formalizzazione del principio di Archimede

Uso del libro di testo

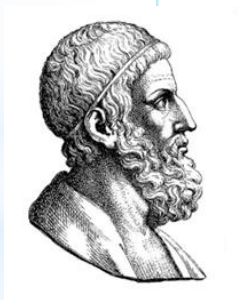
### PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

*Un corpo totalmente o parzialmente immerso in un liquido in quiete è spinto verso l'alto da una forza uguale al peso del liquido spostato*

**DISCUSSIONE:** *Qual è la relazione matematica tra volume di liquido spostato e peso del liquido spostato?*

*Peso del liquido spostato = volume di liquido spostato · peso specifico del liquido = volume di liquido spostato · densità del liquido · accelerazione di gravità*

Uso del libro di testo



### Principio di Archimede

$$[N = \frac{N}{m^3} \cdot m^3] \quad S = \rho_{\text{liquido}} \cdot V_{\text{liquido spostato}}$$

$$[N = \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m^3] \quad S = d_{\text{liquido}} \cdot g \cdot V_{\text{liquido spostato}}$$

## FASE 5: Influenza della temperatura sulla spinta di Archimede (ipotesi 5)

### DISCUSSIONE

Se la Spinta di Archimede dipende dalla densità del liquido, la spinta potrà dipendere anche dalla temperatura del liquido?

*...Sì perché all'aumentare della temperatura il liquido si dilata aumentando di volume e diminuendo così la sua densità. Quindi la spinta di Archimede dovrebbe diminuire all'aumentare della temperatura del liquido*

All'aumentare della temperatura del liquido si potrebbe dilatare anche il solido aumentando il volume immerso e aumentando la spinta?

Ricercare sul libro di testo i coefficienti di dilatazione termica dei liquidi e dei solidi e la legge di dilatazione termica di volume. In quale caso sono maggiori? ... *Nei liquidi*

## FASE 5: Influenza della temperatura sulla spinta di Archimede (ipotesi 5)

### ATTIVITÀ

#### Uso del libro di testo

Stima di quale percentuale diminuirebbe la densità della glicerina per un aumento di temperatura di 100 °C (temperatura di ebollizione della glicerina circa 290 °C)

*Variazione di volume per dilatazione termica  $\Delta V = \alpha \cdot V_0 \cdot \Delta T$*

*$\alpha$  coefficiente di dilatazione cubica della glicerina  $\approx 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$*

$$\Delta V / V_0 = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 10^2 \text{ } ^\circ\text{C} = 5,3 \cdot 10^{-2} \approx 5 \%$$

$$d_T = m / 1,05 \cdot V = d / 1,05 \approx 95\% d$$

Stima di quale percentuale aumenterebbe il volume del cilindro Alluminio2 per un aumento di 100°C della temperatura (temperatura di fusione dell'alluminio circa 600 °C)

*$\alpha$  coefficiente di dilatazione cubica dell'alluminio  $\approx 6,9 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$*

$$\Delta V / V_0 = 6,9 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 10^2 \text{ } ^\circ\text{C} = 6,9 \cdot 10^{-4} \approx 0,07\%$$



## **FASE 5: Influenza della temperatura sulla spinta di Archimede (ipotesi 5)**

### **ATTIVITÀ**

Stima di quanto varierebbe la spinta di Archimede  $S = d \cdot g \cdot V$ , per lo stesso cilindro, per un aumento di temperatura di 100 °C della glicerina rispetto alla temperatura ambiente, ritenendo trascurabile l'aumento di volume dell'alluminio rispetto all'aumento di volume della glicerina

*Alluminio2 completamente immerso in glicerina a temperatura ambiente*

$$S = 0,34 \text{ N } (\pm 0,02 \text{ N})$$

*Se T aumenta di 100 °C, S diminuisce,*

$$S_T = 95\% S = 0,95 \cdot 0,34 \text{ N} \approx 0,32 \text{ N}$$

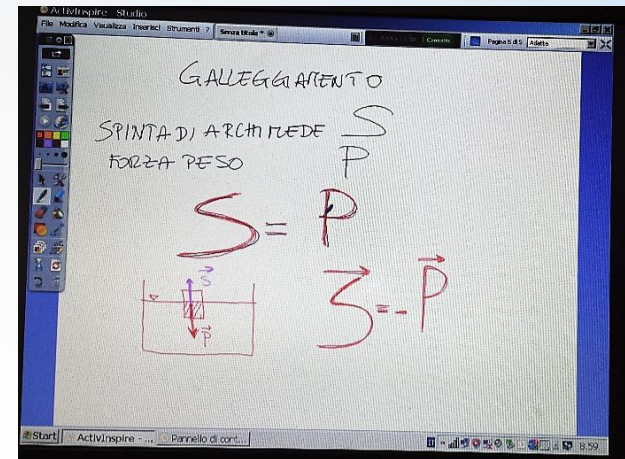
### **DISCUSSIONE E SINTESI**

Sperimentalmente, con gli strumenti disponibili pensi di essere in grado di rilevare la diminuzione della Spinta di Archimede  $S$  in funzione della temperatura? *No, perché la variazione del valore calcolato di  $S$  rientra nell'intervallo di incertezza delle misure.*

*Se il volume immerso del solido fosse molto più grande, una variazione di densità del liquido inciderebbe in modo significativo sul valore della Spinta di Archimede.*

## FASE 6. Galleggiamento di un solido in un liquido

### DISCUSSIONE E SINTESI



- Quali sono le forze agenti su un corpo che galleggia?  
*Forza peso  $P$  verticale verso il centro della Terra e Spinta di Archimede  $S$  verticale verso l'alto*
- Esprimi le forze agenti  
$$P = m \cdot g = d_{\text{solido}} \cdot g \cdot V_{\text{solido}}$$
$$S = d_{\text{liquido}} \cdot g \cdot V_{\text{liquido spostato}} = d_{\text{liquido}} \cdot g \cdot V_{\text{immerso del solido}}$$
- Quanto vale la risultante del sistema di forze agenti su un corpo galleggiante? Spiega. *Zero perché il solido è in equilibrio*

## **FASE 6. Galleggiamento di un solido in un liquido**

### **DISCUSSIONE E SINTESI**

Cosa succede se per un corpo totalmente immerso  $P < S$  ?

*... Il corpo sale verso l'alto nel liquido, diminuisce il suo volume immerso e quindi  $S$  per "trovare" la posizione di equilibrio di galleggiamento con un minore volume parziale immerso (volume di liquido spostato) come quando ho spinto il corpo galleggiante in fondo alla vaschetta applicando una forza verso il basso e quando non ho applicato più la forza, il corpo è salito, è emerso in parte dall'acqua.....*

*al galleggiamento la spinta  $S$  è uguale alla forza peso  $P$ , quindi  $S$  è pari alla densità del liquido per l'accelerazione di gravità per il volume di solido immerso (minore del volume del solido)*

$$S = d_{\text{liquido}} \cdot g \cdot V_{\text{solido immerso}} = P = d_{\text{solido}} \cdot g \cdot V_{\text{solido}}$$

$$d_{\text{liquido}} \cdot V_{\text{solido immerso}} = d_{\text{solido}} \cdot V_{\text{solido}}$$

$$V_{\text{solido immerso}} / V_{\text{solido}} = d_{\text{solido}} / d_{\text{liquido}}$$

Se  $P > S$ ? .... *il corpo affonda nel liquido*

Se  $P = S$ ? .... *il corpo resta in tale posizione di equilibrio*

# FASE 6. Galleggiamento di un solido in un liquido

## RICERCA SUL WEB USO DI INTERNET

Fonte Università degli Studi di Milano

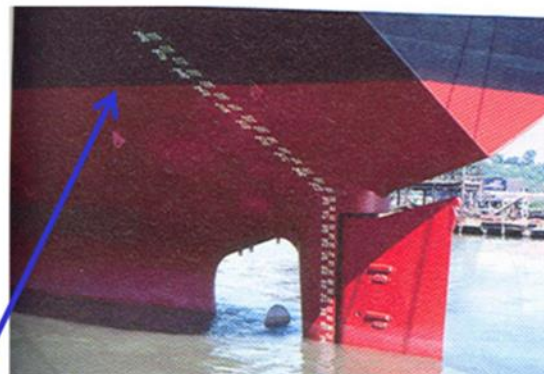


### *Galleggiamento delle imbarcazioni*

un corpo galleggia se sposta una quantità di fluido il cui peso è maggiore del peso del corpo che galleggia. Non ha nessuna importanza il valore della densità del materiale con cui è costruito.



forgiando un metallo a forma di scodella si sposta una quantità di acqua molto maggiore del volume del metallo di cui la scodella è costruita → **il metallo galleggia**



Una nave all'interno è sostanzialmente vuota e si comporta come la scodella  
**linea di Plimsoll**: indica la linea di galleggiamento della nave quando è caricata al massimo consentito

## FASE 6. Galleggiamento di un solido in un liquido

### RICERCA SUL WEB USO DI INTERNET

..... L'occhio di Plimsoll o marca di bordo libero o waterline è un segno convenzionale che indica l'intersezione della linea di galleggiamento al massimo carico consentito ad una nave, in base alle condizioni climatiche in cui dovrà navigare, e la superficie esterna dello scafo .....Il Certificato di Bordo Libero è il documento che comprova l'applicazione dell' International Convention on Load Lines (ICLL). ...

.....Le lettere sulla marca della linea di massimo carico hanno i seguenti significati

ADT (TF) – acqua dolce tropicale ( *tropical fresh water* )

AD (F) – acqua dolce ( *fresh water* )

ET (T) – estiva tropicale ( *tropical seawater* )

E (S) – estiva ( *summer temperate seawater* )

I (W) – invernale ( *winter temperate seawater* )

INA (WNA) – inverno nord atlantico ( *winter North Atlantic* )

in riferimento alla **diversa densità** che assume l'acqua al variare della **salinità** e delle **condizioni climatiche** e che influisce sul **galleggiamento** della nave

.....

**VISITA ALLA STRUMENTARIA STORICO SCIENTIFICA  
DELL'ISTITUTO TECNICO LEONARDO DA VINCI DI FIRENZE**

Bilancia idrostatica del 1900 circa



## Fase finale. Verifica degli apprendimenti esempio domande aperte

- Un solido con densità minore della densità del liquido sicuramente galleggia nel liquido? Spiega e fai un esempio pratico.
- Se la densità del solido è maggiore della densità del liquido, il solido può galleggiare in tale liquido? Spiega e fai un esempio pratico.
- In un liquido con maggiore densità rispetto ad un altro liquido, si dice comunemente che un solido galleggia «più facilmente». Spiega con linguaggio scientifico adeguato un esempio pratico.

## Fase finale. Verifica degli apprendimenti esempio problema

Un classico dilemma - Una piccola sfera di acciaio è posta all'interno di un recipiente che galleggia in una vaschetta piena d'acqua. Si toglie la sferetta dal contenitore, che continua a galleggiare, e la si mette nel fondo della vaschetta. Il livello dell'acqua cambia? Se sì, come? Come procederesti praticamente per controllare quanto hai affermato? Quali pensi potrebbero essere le difficoltà per controllare quanto hai affermato?

$$P_{\text{TOTALE}} = S = d_{\text{LIQUIDO}} \cdot g \cdot V_{\text{IMMERSO}}^1$$

$$P_{\text{CONTENITORE}} + P_{\text{SFERETTA}} = S = d_{\text{LIQUIDO}} \cdot g \cdot V_{\text{IMMERSO}}^2$$

$$V_{\text{IMMERSO}}^1 < V_{\text{IMMERSO}}^2$$

$$P_{\text{SFERETTA}} = P_{\text{CONT. SFER.}} = S = d_{\text{LIQUIDO}} \cdot g \cdot V_{\text{IMMERSO}}^1$$

$$P_{\text{CONTENITORE}} = S = d_{\text{LIQUIDO}} \cdot g \cdot V_{\text{IMMERSO}}^2$$

$$V_{\text{IMMERSO}}^1 < V_{\text{IMMERSO}}^2$$

IL LIVELLO RISALE DI  $h_3$   
 MA  $h_3 < h_2$  PERCHÉ IL PESO DELLE  
 SFERETTA È "COMPENSATO" DA UN  
 PESO UGUALE MA DI VOLUME MAGGIORE  
 DEL LIQUIDO - IL LIQUIDO PER TANTO  
 SI ALZA PER UN VOLUME DI LIQUIDO  
 PARI ALLA SFERETTA SUL FONDO

IL LIVELLO SI ABBASSA DA (A) A (B)



## **Fase finale. Verifica degli apprendimenti esempio uso del web**

*2. Come si formano e da cosa sono costituiti gli iceberg?*



*Perché galleggiano nell'acqua di mare?  
Come potresti stimare la percentuale di  
volume immerso dell'iceberg?*

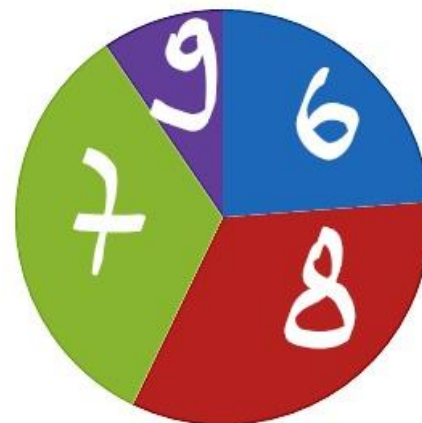
## **Monitoraggio del processo insegnamento-apprendimento**

L'analisi delle schede elaborate dai vari gruppi di studenti ha permesso di monitorare l'attività svolta e la continua discussione interattiva ha fornito significativi feedback sul percorso di insegnamento-apprendimento. Il percorso infatti era stato progettato, inizialmente, nelle sue linee di massima, e ha preso forma nelle varie fasi dettagliate operative solo in itinere con il contributo attivo e creativo degli studenti. Per la docente e gli allievi sono stati aspetti importanti la gestione dell'errore e l'adattamento dell'attività programmata sulla base degli esiti in itinere. Tutti i gruppi di lavoro hanno concluso l'attività di indagine richiesta producendo i materiali richiesti. Il livello delle competenze conseguite è risultato soddisfacente.

### **Risultati delle verifiche degli apprendimenti. Valutazione globale**

valutazione minima conseguita 6

valutazione massima conseguita 9



## Valutazione dell'efficacia del percorso didattico sperimentato

Punti di forza:

rafforzamento negli alunni delle capacità relazionali attraverso la condivisione di un' «attività di apprendimento»

crescita della motivazione degli alunni resi «protagonisti» attraverso la mobilitazione delle risorse personali

rinforzo delle competenze degli alunni attraverso un «apprendimento per esperienza» utilizzando ciò che sanno per assolvere compiti e risolvere problemi sui fenomeni osservati attraverso l'autonoma formulazione di ipotesi e utilizzando il docente come «facilitatore» per l'introduzione alla concettualizzazione

promozione di «apprendimento significativo»

sviluppo delle «capacità metacognitive» degli studenti che sono stati sollecitati a riflettere sul proprio percorso di apprendimento

## **Valutazione dell'efficacia del percorso didattico sperimentato**

Punti di debolezza:

Partecipazione scarsa di qualche allievo con particolari e significative lacune sulle abilità di base o con limitata autonomia nell'apprendimento; per questi allievi, l'attività di apprendimento cooperativo e laboratoriale non è risultata sempre efficace ed è stato necessario un maggiore supporto personalizzato da parte della docente con realizzazione di diverse mappe concettuali anche su limitati segmenti di attività e un'azione di guida anche in aspetti semplici della fase pratica. Questi allievi sono comunque riusciti a progredire nel loro percorso di apprendimento.

## Fine attività

Riuscite a far galleggiare uno spillo nell'acqua?...



Perché uno spillo può galleggiare nell'acqua? ...

A yellow sticky note is centered on a white background. The note is slightly tilted and has a shadow underneath it. The text 'Work in Progress' is written in a black, cursive-style font. The words 'Work in' are on the first line, and 'Progress' is on the second line.

Work in  
Progress