

## **PERCORSO DIDATTICO SUL GALLEGGIAMENTO**

Leonardo Barsantini, 2011

Il percorso vuole introdurre gli studenti alla fisica del galleggiamento e al principio di Archimede, ma vuole anche essere una applicazione di quanto appreso fino a qui sul peso specifico e sulle forze. A tal proposito gli studenti vengono guidati a rielaborare le loro conoscenze sull'equilibrio, nel caso particolare del galleggiamento, non solo allo scopo di far sì che possano acquisirne nuove, ma anche per permettere loro di elaborare delle ipotesi che non siano delle congetture campate in aria ma il frutto di una linea di pensiero coerente: ipotesi che potranno poi, in alcuni casi, essere confermate dalla esperienza.

Il lavoro condotto in laboratorio è quindi un punto di riferimento importante, ma questo non deve far passare in secondo piano il ruolo delle idee degli studenti nella costruzione del loro sapere.

Dopo aver ripreso i problemi dell'equilibrio in una situazione già nota allo studente: corpo appeso a una molla, facendo anche uso di semplici rappresentazioni vettoriali, si indaga il comportamento dei corpi, sempre appesi al dinamometro, immersi in un liquido fino ad arrivare al principio di Archimede e a comprendere il fenomeno del galleggiamento.

La prima parte, che introduce lo studente alle conoscenze di base, può poi essere sviluppata, con possibili approfondimenti, contestualizzando e generalizzando quanto appreso alla spiegazione di fenomeni nuovi che però possono rientrare sotto gli stessi principi di base.

## Equilibrio

**1. Fornite agli studenti un oggetto e chiedete loro come è possibile determinarne il peso.**

Gli studenti, facendo riferimento a quanto appreso nel percorso sulle forze, possono determinare il peso dell'oggetto per mezzo di un dinamometro.

**2. Fate eseguire la misurazione e chiedete se a loro parere l'oggetto appeso alla molla (una volta smorzate le oscillazioni), si trova in equilibrio oppure no.**

Il problema dell'equilibrio, seppure in casi semplici, era già stato affrontato al termine del percorso delle forze e gli studenti dovrebbero essere in grado di rispondere positivamente alla domanda posta.

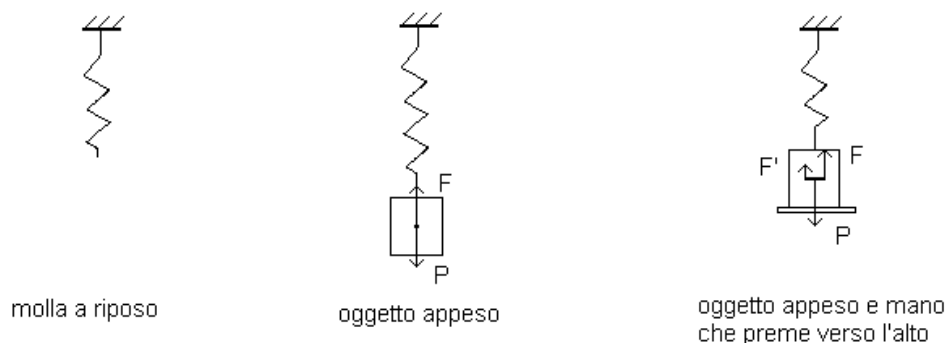
**3. Quali sono le forze "applicate" al corpo? Come sono dirette?**

Gli studenti dovrebbero essere in grado di indicare la forza peso del corpo diretta verso il basso e la forza della molla diretta verso l'alto.

**4. Fate rappresentare graficamente le forze che agiscono sul corpo per mezzo di vettori.**

Semplici considerazioni sulla rappresentazione vettoriale sono già state introdotte nel percorso sulle forze e questa può essere una buona occasione per riutilizzarle e approfondirle badando a come gli studenti utilizzano la rappresentazione vettoriale relativamente al punto di applicazione, alla direzione e verso e al modulo dei due vettori: non è improbabile che alcuni degli studenti disegnino i due vettori di lunghezza diversa.

5. Chiedete adesso agli studenti di spingere l'oggetto col palmo della mano, dal basso verso l'alto, in modo che l'allungamento della molla diminuisca, ma che l'oggetto si possa pur sempre ritenere appeso.



6. Raggiunta la nuova situazione di equilibrio, chiedete perché l'allungamento della molla è diminuito? E' forse diminuito il peso del corpo?

7. Quante sono le forze che agiscono sull'oggetto? Fate rappresentare, per mezzo di vettori, la nuova situazione di equilibrio. (Con riferimento alla figura precedente  $P$  rappresenta il peso del corpo appeso,  $F$  la forza applicata dalla molla al corpo e  $F'$  la forza applicata col palmo della mano al corpo).

E' importante che i ragazzi siano aiutati a comprendere, passando anche attraverso alcune rappresentazioni approssimate, che la somma delle due forze dirette verso l'alto deve eguagliare in modulo la forza peso. Si ha qui la possibilità di introdurre, anche se in un caso semplice, la somma vettoriale.

8. Con riferimento al caso in cui la mano spinge verso l'alto, dato che il peso del corpo rimane invariato e che la forza esercitata dalla molla sull'oggetto si può leggere sul dinamometro, è possibile ricavare la forza con cui la mano spinge l'oggetto verso l'alto?

Gli studenti devono, a questo punto, avere chiaro perché l'allungamento della molla

diminuisce e come ricavare la forza con cui la mano spinge verso l'alto.

La prima parte di questo percorso è stata dedicata a recuperare e approfondire le conoscenze dello studente sulle forze, la loro rappresentazione e misurazione, e sull'equilibrio. E' possibile far lavorare adesso gli studenti su situazioni che permettano di giungere a una formulazione del principio di Archimede.

### **Principio di Archimede**

**9. Prendete un recipiente trasparente che contiene dell'acqua e introducete nel recipiente un oggetto che va a fondo e chiedete ai ragazzi, una volta che l'oggetto ha raggiunto il fondo, di dire, o scrivere, cosa hanno visto.**

E' probabile che molti studenti si limitino a dire che il corpo è andato a fondo.

**10. Chiedete, allora, di descrivere cosa è successo all'acqua e al recipiente.**

Gli studenti saranno sicuramente in grado di mettere in evidenza l'innalzamento dell'acqua nel recipiente. Si possono puntualizzare i due fenomeni fondamentali: l'oggetto va a fondo e il livello dell'acqua aumenta.

**11. Si può adesso chiedere agli studenti di dare una spiegazione, in termini di forze, del perché l'oggetto va a fondo.**

**Mentre l'oggetto va a fondo possiamo dire che si trova in equilibrio? Una volta che ha raggiunto il fondo del recipiente è in equilibrio?**

**12. Si appenda adesso l'oggetto ad un dinamometro e si prenda nota del valore indicato dal dinamometro che in questo caso coincide col peso dell'oggetto.**

**13. Si immerga completamente l'oggetto, appeso al dinamometro, nel recipiente contenente l'acqua. Cosa si osserva?**

Gli studenti dovrebbero osservare che il corpo non affonda, ma neppure galleggia: è in equilibrio in una certa posizione all'interno del recipiente, il livello dell'acqua è aumentato, il valore indicato dal dinamometro è diminuito. Il lavoro precedente con il corpo appeso al dinamometro e il palmo della mano che spinge l'oggetto verso l'alto serve anche a far comprendere che se il dinamometro segna un valore inferiore, il peso del corpo non è diminuito. In questa nuova situazione sperimentale, corpo immerso appeso a una molla, è probabile che alcuni studenti affermino che il peso dell'oggetto "è diminuito".

**14. Perché il dinamometro segna adesso un valore minore? E' forse diminuito il peso del corpo?**

**15. E' possibile fare un confronto (un'analogia), con una situazione già sperimentata?**

Gli studenti dovrebbero essere in grado di ricollegare questa situazione a quella già sperimentata della mano che spinge l'oggetto appeso al dinamometro verso l'alto e indicare nella spinta dell'acqua sul corpo, verso l'alto, la causa della diminuzione del valore indicato dal dinamometro.

**16. In quale direzione è diretta la forza (spinta), dell'acqua sul corpo? Quanto vale?**

Questa situazione è già stata affrontata e gli studenti dovrebbero essere in grado, in analogia a quanto fatto in precedenza, di ricavare la forza in questione. Si preferisce parlare di forza di spinta, piuttosto che di sola spinta, per non creare confusione ai ragazzi con una varietà di termini diversi che indicano pur sempre una forza.

**17. Ripetere l'esperienza usando altri liquidi: alcool, olio, acqua salata e altri. Confrontare questa situazione con il caso in cui il liquido era acqua. Può essere utile costruire una tabella che riporti il tipo di liquido usato, il volume di liquido spostato e la forza applicata al corpo dal liquido.**

liquido	volume spostato [cm <sup>3</sup> ]	forza applicata al corpo dal liquido [g <sub>P</sub> ]
A		
B		
C		
...		

Dai confronti effettuati emerge la costanza del volume spostato; la spinta sul corpo varia in intensità a seconda del liquido utilizzato.

**18. Perché, in tutti i casi analizzati, il volume del liquido spostato è sempre lo stesso?**

Questa domanda dà la possibilità di riprendere le considerazioni fatte nel percorso sul peso specifico relative alla determinazione del volume di solidi irregolari. Gli studenti dovrebbero essere in grado di indicare nel volume spostato il volume dell'oggetto immerso.

**19. Utilizzando le conoscenze e i dati ricavati nel percorso sul peso specifico è adesso possibile, per gli studenti, ricavare il peso del volume di liquido spostato a seguito dell'immersione del corpo nel recipiente.**

**20. Fate confrontare questi pesi con le forze di spinta applicate al corpo dal liquido.**

Il confronto fra i pesi e le forze mostra che si ottengono circa gli stessi valori. Ciò dà la possibilità di portare gli studenti a riflettere sugli errori di misura o sulla sensibilità degli strumenti in un caso concreto, e di mettere in evidenza che una misura non è mai espressa da un numero, ma un intervallo. Però la corrispondenza, per ogni liquido, dei due valori non può essere casuale e si può fare l'ipotesi che in assenza d'errori i due valori coincidono.

**21. E' adesso possibile chiedere agli studenti di enunciare con le loro parole quello che va sotto il nome di principio di Archimede.**

L'insegnante ha il compito, non tanto di fornire una definizione del principio di Archimede da verificare in laboratorio, quanto di portare gli studenti a una concettualizzazione del fenomeno alla quale può anche far seguito la definizione classica.

### **Galleggiamento**

**22. Immergete in un recipiente contenente dell'acqua un oggetto che sia in grado di galleggiare, ad esempio un pezzo di legno, e premetelo verso il fondo del recipiente; lasciate poi libero l'oggetto e fate osservare ai ragazzi cosa accade: il corpo sale fino a raggiungere la superficie dell'acqua sulla quale galleggia. Cos'è che permette al corpo di risalire fino alla superficie del liquido? (E' anche possibile far provare, ai ragazzi, la sensazione di spinta verso l'alto provocata dal corpo che può galleggiare, sulla mano che lo preme sott'acqua).**

Si introduce a partire da questo punto il galleggiamento; l'esperienza proposta dovrebbe essere in grado di far collegare, agli studenti, il galleggiamento con la spinta di Archimede.

**23. Chiedete agli studenti come è possibile determinare la forza di spinta che agisce**

**sul corpo che galleggia.**

Gli studenti, in base alle esperienze precedenti dovrebbero essere in grado, ricollegando il volume del liquido spostato al peso specifico del liquido in esame, di calcolare la forza di spinta che agisce sul corpo.

**24. Con riferimento al corpo che galleggia, si chieda: il corpo si trova in equilibrio?**

**25. Da quali forze dipende l'equilibrio? A quale altra forza equivale in modulo, ma non in verso, la forza di spinta?**

L'equilibrio fra le forze di spinta e peso che agiscono sul corpo dovrebbe, a questo punto, poter essere ipotizzato dagli studenti.

**26. Si determini adesso il peso dell'oggetto e si confronti con la forza di spinta. Si faccia disegnare una rappresentazione vettoriale delle due forze che agiscono sul corpo.**

**27. Si ripeta l'esperienza del corpo che galleggia utilizzando altri liquidi e anche corpi diversi. Si faccia costruire una tabella che riporta il peso specifico del liquido, il peso specifico del corpo che galleggia e il volume del liquido spostato e quindi anche della parte immersa del corpo. Cosa accade al volume della parte immersa del corpo all'aumentare del peso specifico del liquido? Come è il peso specifico del corpo che galleggia in relazione al peso specifico del liquido?**

Questa riflessione dà la possibilità di mostrare come nel galleggiamento non entri in gioco solo il corpo che galleggia ma anche il liquido utilizzato e che le grandezze utili per determinare il galleggiamento di un corpo in un certo liquido sono i pesi specifici.



## Approfondimento

La parte fin qui sviluppata del percorso può essere ritenuta sufficiente a dare una spiegazione del galleggiamento di corpi solidi nei liquidi. Ulteriori analisi possono portare a investigare il galleggiamento di un liquido su un altro liquido.

**1. Mettete alcune gocce d'acqua e alcune gocce d'olio in un piatto e mescolatele. Mostrate ai ragazzi che i due liquidi, per quanto vengano mescolati, tendono sempre a separarsi e comunque sono visibili zone di olio e zone di acqua.**

Lo scopo di questa esperienza è quello di mostrare che i due liquidi non sono miscibili utilizzandone soltanto piccole quantità per non rilevare niente di significativo sul galleggiamento.

**2. Chiedete ora agli studenti che cosa pensano che accada se si mettono acqua e olio in un bicchiere (ad esempio in parti uguali) fino quasi a riempirlo. Come si dispongono?**

Dopo aver raccolto le varie ipotesi è possibile eseguire l'esperienza. Nel caso che le risposte non abbiano fornito una giustificazione di quanto osservato è possibile condurre gli studenti a una spiegazione del fenomeno mediante le seguenti domande.

**3. Come è possibile interpretare il fenomeno in base a quanto appreso sul galleggiamento? Quale grandezza che interessa entrambi i corpi potrà essere utile considerare?**

Può essere anche interessante mostrare che quando l'olio è poco si forma una goccia che galleggia sull'acqua con innalzamento del livello di quest'ultima; quando l'olio è abbondante si formano due strati netti: uno inferiore di acqua, l'altro superiore di olio

I punti seguenti vogliono fornire all'insegnante lo spunto per dare una spiegazione del galleggiamento di oggetti con peso specifico maggiore del peso specifico del liquido in cui sono immersi.

**4. Un oggetto di ferro pesa  $500 \text{ g}_P$  e ha un peso specifico di  $7,87 \text{ g}_P / \text{cm}^3$ . Qual è il volume occupato dal corpo?**

**5. Qual è la forza di spinta che riceve il corpo supponendo di immergerlo in acqua? Cosa accade al corpo: affonda o galleggia. Perché?**

Dopo aver analizzato cosa accade al corpo si può proporre agli studenti la seguente domanda.

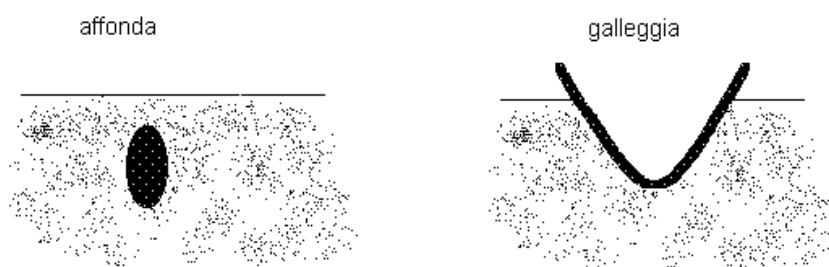
**6. Qual è la forza di spinta che il corpo dovrebbe ricevere dall'acqua per poter galleggiare? Quali sono le forze che devono essere confrontate?**

Compreso il problema dal punto di vista dell'equilibrio delle forze si può passare ad analizzarlo dal punto di vista del volume di liquido spostato.

**7. Qual è il volume di acqua che dovrebbe essere spostato dal corpo per ricevere una spinta sufficiente a farlo galleggiare? Quale volume dovrebbe quindi occupare il corpo per poter galleggiare?**

Si può adesso dare una spiegazione del perché, ad esempio, le navi di ferro galleggiano.

I due oggetti hanno lo stesso peso



Una prova interessante può essere fatta con i fogli di alluminio usati in cucina per avvolgere i cibi.

**8. Ritagliate due strisce di alluminio. Con una striscia fate una pallina e gettatela in acqua: la pallina galleggia. Con l'altra striscia fate un'altra pallina, ma questa volta riducete la pallina alle minime dimensioni usando un martello o un paio di pinze, in modo da non lasciare spazi liberi all'interno della pallina. Gettate adesso la seconda pallina in acqua: questa va a fondo. La seconda pallina, essendo compatta, occupa un volume inferiore alla prima e non sposta quindi acqua a sufficienza da poter ricevere una forza di spinta tale da poter galleggiare.**

### Prove di verifica

- 1. Alcuni oggetti immersi in un liquido galleggiano, altri vanno a fondo; sugli oggetti che vanno a fondo agisce la spinta di Archimede?**
- 2. Per un corpo che va a fondo, indicare in che relazione sono la forza peso e la forza di spinta: sono uguali? Se no qual è la maggiore?**
- 3. Consideriamo un corpo in grado di galleggiare in un liquido emergendone in parte; immergiamo completamente il corpo: la forza peso del corpo eguaglia la forza di spinta? Perché?**

4. Il ferro ha un peso specifico di  $7,87 \text{ g}_p/\text{cm}^3$ . Un ipotetico liquido nel quale il ferro può galleggiare che peso specifico dovrebbe avere?

Si può quindi far sapere agli studenti che un tale liquido esiste veramente: il mercurio.

5. Dopo aver fornito una tabella con i pesi specifici di varie sostanze chiedete se è vero che si galleggia meglio nell'acqua salata piuttosto che nell'acqua "dolce". Perché?

6. Un corpo galleggia nell'acqua distillata, ma non nell'alcol. Che cosa si può dire del suo peso specifico? Usando le tabelle per il peso specifico, quali sono i limiti all'interno dei quali può variare il suo peso specifico?

7. Un oggetto che ha un volume di  $4 \text{ cm}^3$  e un peso di  $50 \text{ g}_p$  è immerso in acqua trattenuto a una certa profondità da un'asta. Che forza di spinta riceve l'oggetto dall'acqua? Se l'asta viene tolta cosa accade al corpo: si sposta verso l'alto, va a fondo o rimane dov'è.



8. Quando un corpo galleggia su un liquido?

9. Perché un chiodo di metallo del peso di pochi grammi-peso non riesce a galleggiare sull'acqua, mentre un grosso tronco d'albero del peso di alcune centinaia di chili può farlo?

**10. Due pezzetti di legno identici sono tenuti sott'acqua a profondità diverse. Per tenere il pezzetto di legno posto a maggiore profondità al suo posto occorre più forza, oppure no?**