

PERCORSO DIDATTICO SUL PESO SPECIFICO

Carlo Fiorentini

1. Il peso si conserva, il volume no

Alcuni liquidi, quali l'olio di oliva, quando sono commerciati all'ingrosso, vengono venduti a peso e non a volume. Quali potrebbero essere i motivi? Chiediamolo agli studenti.

Un primo motivo potrebbe essere la maggiore affidabilità della bilancia rispetto a contenitori, quali taniche e damigiane (che spesso indicano un determinato volume, ad esempio, 50 l e ne contengono 49 o 51). Per una merce come l'olio di oliva che costa 10-15 euro al litro, non è una differenza trascurabile.

Un secondo motivo consiste nel fatto che, al variare della temperatura, mentre il peso dei corpi rimane costante, il volume aumenta. Prendete due recipienti con il collo stretto (matraccio), riempiteli fino all'inizio del collo con due liquidi, quali acqua ed olio di oliva; pesateli ed indicate con un pennarello il livello del liquido. Chiediamo agli alunni se, riscaldando i due liquidi, il loro peso ed il loro volume rimarranno inalterati o cambieranno.

Dopo aver fatto raccolto le ipotesi degli alunni, collochiamo i due matracci (dopo averli pesati) in un becher contenente acqua ed iniziamo a riscaldarlo fino quasi all'ebollizione dell'acqua. Man mano che procede il riscaldamento gli alunni osservano l'aumento del livello dei due liquidi. Arrivata l'acqua del becher quasi all'ebollizione, segniamo con un pennarello i nuovi livelli dei liquidi, e velocemente, dopo averli asciugati, ripesiamo i due matracci. Gli alunni potranno così constatare che mentre il peso è rimasto inalterato, il livello dei due liquidi è aumentato.

Nel caso del volume, il passaggio dal dato percettivo, l'aumento di livello, alla consapevolezza concettuale dell'aumento di volume dei liquidi, non è così immediato. La classe, probabilmente, si dividerà in vari raggruppamenti: vi sarà chi associa immediatamente maggior livello e maggior volume, chi osserva il maggior livello e non ne trae nessuna conseguenza, chi inizia a fare ipotesi su aumento o diminuzione del volume del recipiente stesso.

Se, ipoteticamente, il volume del matraccio diminuisse non si potrebbe concludere che l'aumento di livello dei liquidi nei due matracci sia dovuto al loro aumento di volume. Se, viceversa,

anche il volume dei matracci aumenta, ciò significa che il volume dei due liquidi aumenta di più al crescere della temperatura.

E' necessario, quindi, osservare che cosa succede a corpi solidi quando vengono riscaldati. Poiché le variazioni di volume sono molto piccole occorre effettuare degli esperimenti ad hoc. Occorre disporre, ad esempio, di una sfera metallica di volume tale che sia in grado di attraversare appena un anello (anello di Gravesande). Pesiamola, riscaldiamo, poi, la sfera, collocandola in un becher contenente acqua all'ebollizione. Preleviamo la sfera con delle pinze e collochiamola sopra l'anello. La sfera non è più in grado di attraversare l'anello, fin quando non si è raffreddata.

2. Pesante e leggero

Gli alunni già all'inizio della scuola primaria possiedono un'idea di <<pesante>> e <<leggero>>, idea che deriva dal confronto diretto dei diversi oggetti. A quest'età, confrontando degli oggetti con le mani, sono in grado di riconoscere quelli più pesanti; sono in grado, se diamo loro delle palline di uguale volume di alluminio, di ferro, di legno e di sughero, di disporle in ordine di peso.

Gli alunni di quarta e quinta primaria, con maggiori conoscenze scolastiche ed extrascolastiche, tendono già a effettuare delle generalizzazioni, quando affermano che non soltanto degli oggetti, ma determinati materiali sono più pesanti di altri, per esempio che il ferro è più pesante del legno. Ma anche a questa età gli alunni confondono generalmente il concetto di <<pesante>> con il concetto di <<aver maggior peso>>; l'altra grandezza essenziale nel concetto di <<pesante>>, il volume, non viene normalmente presa in considerazione o è presente a livello non conscio. La notazione di <<pesante>> dell'adulto medio non è molto dissimile.

Un oggetto può essere più <<pesante>> di un altro pur avendo un peso inferiore. E' soltanto a parità di volume che il corpo con maggior peso è anche il più <<pesante>>. Il concetto di <<pesante>> presuppone il confronto di oggetti di uguale volume; questo presupposto è implicito quando gli alunni affermano che il ferro è più pesante del legno; ma è necessario esplicitarlo per una reale comprensione del concetto; si arriva in questo modo, a una razionalizzazione del concetto di <<pesante>>.

3. Distinzione fra <<pesante>> e <<avere maggior peso>>

Attrezzatura e materiale occorrente: due cilindri da 10 cm^3 , una bilancia, acqua distillata, olio, oggetti di ferro, alluminio, legno, plastica.

Facciamo pesare due cilindri da 10 cm^3 , prima vuoti e poi dopo aver riempito il primo di olio e il secondo, per circa $2/3$ di acqua; si constata che il peso dell'olio è maggiore. Chiediamo agli alunni se è possibile conseguentemente affermare che l'olio è più pesante dell'acqua.

Probabilmente saranno gli stessi studenti a proporre immediatamente di pesare e quindi confrontare oggetti dello stesso volume, di pesare, per esempio anche nel caso dell'acqua 10 cm^3 .

Gli alunni, con esperienze di questo tipo, arrivano a capire che una sostanza è più pesante di un'altra, quando, a parità di volume, pesa di più e che la grandezza corrispondente al concetto di <<pesante>> non è il peso, ma il peso specifico.

Facciamo pesare oggetti di ferro, alluminio, legno e plastica di diversi volumi.

E' possibile in questo modo constatare che, in determinati casi, oggetti di legno e plastica pesano di più di oggetti di ferro, o che oggetti di ferro pesano di meno di oggetti di alluminio.

4. Determinazione del peso specifico dell'acqua

Attrezzatura e materiale occorrente: bilancia elettronica, cilindri da 10 cm^3 , 50 cm^3 , 100 cm^3 , 250 cm^3 , 500 cm^3 , acqua distillata.

Facciamo determinare il peso di 10 cm^3 , 50 cm^3 , 100 cm^3 , 250 cm^3 , 500 cm^3 di acqua distillata.

La classe può essere divisa in vari gruppi in modo tale che tutti gli studenti siano impegnati nelle operazioni di misura. Per ogni misura di volume possono essere impegnati più gruppi in modo tale da constatare che si ottengono valori diversi, a causa di errori di misura. In questo caso l'errore più rilevante è quello della determinazione del volume dell'acqua distillata versata nel cilindro.

Occorre fare scoprire agli alunni gli errori di parallasse. Tuttavia, la quantità di acqua versata, volendo, per esempio, indicare 10 cm^3 , non è mai la stessa. Per ogni misura di volume, una volta che si sono ottenuti valori leggermente diversi del peso, si chiede agli alunni quale valore si assume come valore condiviso dalla classe. Gli alunni comprendono facilmente che occorre prendere il valore medio, dopo aver eventualmente scartato valori troppo diversi dagli altri. Si riportano in una tabella con due colonne per ogni misura del volume la media dei pesi misurati.

Ovviamente il peso dei vari campioni di acqua può essere determinato come differenza tra peso lordo e peso del recipiente. Anche questo passaggio, prima di iniziare le pesate poniamolo agli alunni come problema.

volume	Peso (medio)
10 cm^3	... g _P
50 cm^3	... g _P
100 cm^3	... g _P
250 cm^3	... g _P
500 cm^3	... g _P

Chiediamo agli alunni di rispondere individualmente per scritto a questa domanda: quale considerazione si può ricavare da queste misurazioni? Raccogliamo tutte le loro risposte prima di effettuare il confronto per arrivare a conclusioni condivise.

Questa modalità di condurre la discussione collettiva è stata sperimentata in molti percorsi, dimostrandosi particolarmente significativa da molti punti di vista:

1. Didatticamente perché per gli alunni diventa molto più semplice arrivare ad una concettualizzazione condivisa avendo a disposizione una tabella contenente le loro risposte, dopo che l'insegnante le ha organizzate.
2. Sul piano della motivazione, perché gli alunni vedono in modo tangibile riconosciuta la loro attività di verbalizzazione individuale.
3. Offre, infine, all'insegnante l'importante opportunità di raccogliere testimonianze delle competenze degli alunni in momenti significativi dei vari percorsi, da inserire nel dossier di

ogni alunno; è così possibile constatare lo sviluppo delle competenze osservativo logico linguistico nel corso dei mesi e degli anni.

Innanzitutto, si constata, in generale, dei valori del peso leggermente inferiori a quelli del volume. Si può, comunque, affermare che per l'acqua vi è quasi identità fra il volume espresso in centimetri cubi e il peso espresso in grammi-peso. È, quindi, possibile verificare che esiste tra il peso e il volume una relazione di proporzionalità diretta; infatti, quando il volume raddoppia, il peso raddoppia, quando il volume triplica, il peso triplica, ecc. Si può infine constatare che le misure più piccole sono più precise di quelle più grandi.

Poiché otteniamo valori del peso quasi identici a quelli del volume, riscriviamo la tabella precedente con gli stessi valori. Rigorosamente parlando questa approssimazione potremmo farla a 4 °C. In pratica possiamo farlo senza problemi perché gli errori di lettura che facciamo sono di gran lunga superiori all'approssimazione. Questi sono i valori del peso specifico dell'acqua distillata rispettivamente a 20 °C e a 4 °C: 0,9982 g_P/cm³ e 0,9999 g_P/cm³

Volume	Peso
10 cm ³	10 g _P
50 cm ³	50 g _P
100 cm ³	100 g _P
250 cm ³	250 g _P
500 cm ³	500 g _P

Chiediamo agli alunni, per ognuna delle righe precedenti di dividere peso e volume. Chiediamo poi loro di commentare il risultato di queste operazioni.

peso/volume	peso/volume
10 g _P /10 cm ³	1 g _P /cm ³
50 g _P /50 cm ³	1 g _P /cm ³
100 g _P /100cm ³	1 g _P /cm ³
250 g _P /250cm ³	1 g _P /cm ³

500 g _P /500cm ³	1 g _P /cm ³
--	-----------------------------------

Nei casi presi in esame (10 cm³, 50 cm³, 100 cm³, 250 cm³, 500 cm³), il rapporto tra il peso e il volume fornisce sempre lo stesso risultato, 1 g_P/cm³. Si può comprendere facilmente che si può generalizzare affermando che: per qualsiasi volume di acqua distillata preso in considerazione il rapporto tra il peso e il volume darà sempre lo stesso valore, cioè 1 g_P/cm³. E' possibile, a questo punto, capire sulla base delle esperienze e delle divisioni effettuate che **1g_P è il peso di un qualsiasi cm³ di acqua. Viene chiamata peso specifico dell'acqua. Questo rapporto è una costante dell'acqua distillata.** Il nome stesso significa ciò.

L'interpretazione dei rapporti è una delle maggiori difficoltà che incontrano gli studenti nell'operare con grandezze quali il peso specifico o la velocità. Grandezze di questo tipo vengono spesso utilizzate per calcolare dei valori senza che però sia chiaro il significato del numero determinato. E' fondamentale che, oltre al calcolo, gli studenti siano in grado di fornire una interpretazione verbale del significato del peso specifico intendendolo come quella grandezza che fornisce quanti grammi-peso della sostanza sono presenti in un centimetro cubo, o più in generale, associando il numeratore della frazione a "una unità" di ciò che si trova al denominatore. Solo un'interpretazione di questo tipo assicura la concettualizzazione del peso specifico.

I valori precedenti di volume e peso li abbiamo calcolati alla temperatura ambientale che è in genere intorno ai 18-25 °C. Avendo precedentemente compreso che all'aumentare della temperatura il volume aumenta, mentre il peso si conserva, chiediamo agli alunni quali valori di peso avremmo determinato, se avessimo effettuato le misure a valori di temperatura più alti, ad esempio a 40 °C, 80 °C, 100°C? Più grandi o più piccoli dei precedenti? Raccogliamo le risposte di tutti gli alunni.

Mettiamo a confronto la risposta condivisa dalla classe con i valori del peso specifico dell'acqua alle temperature indicate:

temperatura	Peso specifico acqua
100°C	0,9584 g _P /cm ³

80°C	0,9718 g _P /cm ³
40°C	0,9922 g _P /cm ³
20°C	0,9982 g _P /cm ³
4°C	0,9999 g _P /cm ³

5. Determinazione del peso specifico dell'alcol

Facciamo determinare il peso di 10 cm³, 25 cm³, 50 cm³, 100 cm³, 250 cm³, di alcol, procedendo come nel caso dell'acqua distillata.

Attrezzatura e materiale occorrente: bilancia, cilindri da 10 cm³, 25 cm³, 50 cm³, 100 cm³, 250 cm³, alcol puro.

Abbiamo sostituito il cilindro da 500 cm³ con un cilindro da 25 cm³, perché abbiamo constatato, nelle misurazioni con l'acqua, che cilindri più piccoli danno misure più precise. Chiediamo agli alunni il perché?

Procedendo come per il peso specifico dell'acqua si determinano i valori del peso dei vari campioni di alcol.

volume	Peso medio
10 cm ³	.. g _P
25 cm ³	.. g _P
50 cm ³	.. g _P
100 cm ³	.. g _P
250 cm ³	.. g _P

Ripetendo i passaggi effettuati con l'acqua, si ricava per qualsiasi volume di alcol preso in considerazione che il rapporto tra il peso e il volume da sempre lo stesso valore, cioè circa 0,79 g_P/cm³. E' possibile, anche in questo caso capire sulla base delle esperienze e delle divisioni effettuate che 0,79 g_P è il peso di un qualsiasi cm³ di alcol. **Questo rapporto è una costante dell'alcol. Viene chiamato peso specifico dell'alcol.**

6. Determinazione del peso specifico delle sostanze pure

Tutti i materiali hanno un determinato peso specifico, ma da molto tempo si è constatato che alcuni di essi hanno valori di peso specifico che rimane costante in qualsiasi loro campione. Questi sono le sostanze pure, come l'acqua distillata e l'alcol puro, che si differenziano così dai miscugli. Ad esempio, sono tali i metalli a differenza delle leghe.

Attrezzatura e materiale occorrente: bilancia, calibro, cubetti, parallelepipedi, cilindri di misure diverse di alluminio, zinco, stagno, rame, ecc.

Facciamo determinare il peso di alcuni campioni regolari (cubetti o parallelepipedi di lato diverso o di cilindri), di alcuni metalli, quali alluminio, zinco, stagno, rame. Facciamo misurare con un calibro (o, in mancanza, con un decimetro) i lati dei solidi regolari e chiediamo poi di calcolare il volume. Se i campioni fossero irregolari, per determinare il volume, occorre leggere il punto 8.

Ripetendo i passaggi effettuati con l'acqua e con l'alcol, si ricava, per qualsiasi volume di metallo preso in considerazione, che il rapporto tra il peso e il volume da sempre lo stesso valore. E' possibile, anche in questo caso capire sulla base delle esperienze e delle divisioni effettuate che il numero ottenuto indica **il peso di un qualsiasi cm^3 di metallo considerato. Questo rapporto è una costante per ogni metallo. Le sue dimensioni sono gp/cm^3 . Viene chiamato peso specifico del metallo.**

Nel caso dei metalli indicati si otterrebbero circa questi valori:

Peso specifico dei metalli	
alluminio	$2,67\text{gp}/\text{cm}^3$
zinco	$7,1\text{gp}/\text{cm}^3$
stagno	$7,28\text{gp}/\text{cm}^3$
rame	$8,93\text{gp}/\text{cm}^3$

Riportiamo il peso specifico di altri metalli

Peso specifico di altri metalli	
ferro	7,87g _p /cm ³
piombo	11,34g _p /cm ³
mercurio	13,54g _p /cm ³
oro	19,3g _p /cm ³

Chiediamo agli alunni di riportare su un diagramma cartesiano che ha sulle ascisse le misure del volume e sulle ordinate le misure di peso, i valori che abbiamo precedentemente ricavato per l'acqua, l'alcol, e i metalli. Chiediamo poi agli alunni di rispondere per iscritto individualmente alla domanda: quale considerazioni si può ricavare da questo diagramma? Raccogliamo tutte le loro risposte prima di effettuare il confronto per arrivare a conclusioni condivise.

Si comprende che si ottengono delle rette che partono tutte dall'origine e che sono più o meno inclinate in relazione al minore o maggiore peso specifico. Avevamo già constatato che esiste sempre tra il peso e il volume di una determinata sostanza pura una relazione di proporzionalità diretta. Abbiamo con la rappresentazione cartesiana una conferma: si ottiene, infatti, una retta per ogni sostanza.

7. Il peso specifico delle sostanze non pure

È possibile determinare il peso specifico anche di sostanze non pure, di materiali (legno), di miscugli (olio), di soluzioni solide (leghe). La differenza consiste nel fatto che si ottengono valori di peso specifico che sono caratteristici soltanto di quel campione di materiale o di soluzione. In questi casi, volendo generalizzare, si può soltanto parlare di intervalli di peso specifico.

Peso specifico di alcune leghe	
Acciaio inox	7,47-8 g _P /cm ³
bronzo	7,4-8,9 g _P /cm ³

Peso specifico di alcuni tipi di legno	Peso specifico stato verde	Peso specifico stato essiccato
quercia	0,930-1,280 g _P /cm ³	0,690-1,030 g _P /cm ³
faggio	0,85-1,120 g _P /cm ³	0,680-0,970 g _P /cm ³
abete rosso	0,400-1,070 g _P /cm ³	0,350-0,740 g _P /cm ³
tiglio	0,580-0,870 g _P /cm ³	0,320-0,590 g _P /cm ³
sughero		0,20-0,35g _P /cm ³

8. Determinazione del peso specifico dei solidi irregolari

Attrezzatura e materiale occorrente: bilancia, cilindri da 10 cm³, 25 cm³, 50 cm³, 100 cm³, 250 cm³, 500 cm³, acqua distillata, pietre, piccoli oggetti metallici quali palline di alluminio, rame, ecc.

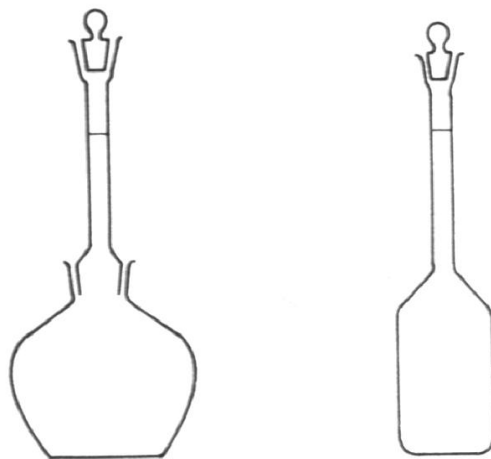
Il procedimento impiegato per determinare il peso specifico dell'acqua può essere utilizzato per determinare il peso specifico di un qualsiasi liquido e, con una piccola variante, di un qualsiasi oggetto solido (insolubile in acqua e con peso specifico superiore a quello dell'acqua affinché non galleggi).

Chiedete agli studenti come si può procedere per determinare il peso specifico di una pietra o di un piccolo oggetto metallico di forma irregolare.

Se gli studenti non sono in grado di prospettare una soluzione per la determinazione del volume si può procedere come nel percorso sul volume e la capacità presentando prima un cilindro

graduato, poi nell'eventualità che ancora non sia stata individuata la procedura, si può procedere a riempire il cilindro per metà di acqua.

Utilizzando cilindri graduati per calcolare il peso specifico i valori che si ottengono non sono molto precisi, ma a questo riguardo, ciò che è importante è che gli studenti acquistino un minimo di consapevolezza dei diversi gradi di approssimazione di una misura in relazione alle caratteristiche dello strumento utilizzato. Abbiamo già constatato che il volume di un liquido può essere misurato con maggior precisione con recipienti a collo stretto. Quando si vuole determinare il peso specifico con maggiore precisione si utilizzano recipienti a collo stretto che prendono il nome di picnometri. Ne esistono di due tipi, uno per liquidi e uno per solidi; mentre il picnometro per liquidi è costituito da un unico recipiente, quello per solidi consiste in una boccetta di vetro a collo largo con smeriglio, nel quale è inserito un tubo di vetro con il collo sottile.



Prove di verifica

Leonardo Barsantini

Alcuni esercizi necessitano di una tabella che riporti i pesi specifici delle sostanze più comuni per essere risolti.

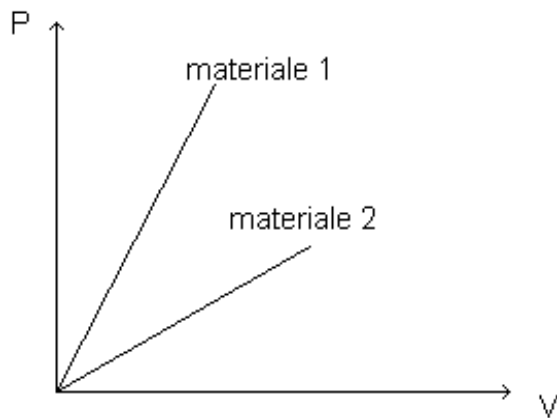
- 1. Dati due corpi con lo stesso volume possiamo dire che hanno lo stesso peso? Perché?**
- 2. Due oggetti con lo stesso peso occupano volumi diversi. Quale dei due corpi ha il peso specifico maggiore?**
- 3. Qual è il peso di 1 cm^3 di argento.**

E' importante che lo studente comprenda che il peso specifico esprime il peso di un centimetro cubo del materiale in considerazione.

- 4. L'alcol ha un peso specifico di $0,8 \text{ g}_p/\text{cm}^3$. Riempi la tabella e riporta in grafico il peso in funzione del volume.**

volume [cm^3]	peso [g_p]
0	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	

5. Quale dei due materiali ha peso specifico maggiore? Perché?



6. Vi si vuole vendere un piccolo cubetto di oro; il cubetto ha il lato di 2cm e pesa 63g_p. Cosa ne pensate?

7. Mettendo su di una bilancia a piatti, da una parte, un cubo di rame di volume pari a 1cm³, e dall'altra un cubo di oro di volume pari a 1cm³, da che parte pende la bilancia?

8. Il peso specifico $p_s = P/V$, indica quanti grammi-peso di una data sostanza sono contenuti nel volume unitario (nel nostro caso un cm³). Qual è allora il significato della grandezza inversa V/P ?

9. Come si può procedere per determinare il peso specifico della sabbia?