

PERCORSO DIDATTICO SUL PESO SPECIFICO¹

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 10-20 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 raccolto le ipotesi degli alunni, collochiamo i due matracci (dopo averli pesati) in un becher contenente acqua ed iniziamo a riscaldarlo. Man mano che procede il riscaldamento gli alunni osservano l'aumento del livello dei due liquidi. 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,

¹ Si può vedere in appendice perché si propone di lavorare sul peso specifico e non sulla densità.

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

È 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 e 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.

Chiediamo agli alunni, sempre con una risposta scritta individuale, di spiegarne il motivo.

Non dovrebbe essere difficile comprendere che all'aumentare della temperatura è aumentato il volume della sfera, ma è comunque necessario, come sempre, confrontare le varie ipotesi.

Riscaldiamo di nuovo la sfera e con delle pinze collochiamola sopra una bilancia. È possibile, così, constatare che il peso è rimasto inalterato.

Anche gli altri corpi solidi si comportano come le sferette metalliche, ed anche gli altri liquidi come l'acqua e l'olio. Ciò che cambia, da materiale a materiale, è l'entità della variazione di volume. **All'aumentare della temperatura, mentre il peso rimane inalterato, il volume aumenta. Questo fenomeno prende il nome di dilatazione.**

Ritornando, infine, ai matracci contenenti acqua e olio, nonostante che anche i matracci si dilatino, il livello dei liquidi sale: ciò significa che i liquidi si dilatano di più dei solidi.

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 cm³, una bilancia, acqua distillata, olio, oggetti di ferro, alluminio, legno, plastica.

Facciamo pesare due cilindri da 10 cm³, 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 cm³.

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.

È 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 cm³, 50 cm³, 100 cm³, 250 cm³, 500 cm³, acqua distillata.

Facciamo determinare il peso di 10 cm³, 50 cm³, 100 cm³, 250 cm³, 500 cm³ 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 cm³, 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.

Riportiamo i valori del peso ricavati nell'anno scolastico 2018/2019 in una classe terza secondaria di primo grado dell'istituto comprensivo di Borgo San Lorenzo

volume	Peso (medio)
10 cm ³	9,8 g _p
50 cm ³	49 g _p
100 cm ³	98,4 g _p
250 cm ³	248,2 g _p
500 cm ³	496,0 g _p

Chiediamo agli alunni di rispondere individualmente per scritto a questa domanda: quali considerazioni si possono effettuare 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, inoltre, 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.

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. È 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. Questo rapporto è una costante dell'acqua distillata.** Il nome stesso significa ciò. **Viene chiamato peso specifico dell'acqua.**

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. **È 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 unita" di ciò che si trova al denominatore. Solo un'interpretazione di questo tipo assicura la concettualizzazione del peso specifico².

I valori precedenti di volume e peso li abbiamo determinati 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 volume avremmo misurato, se avessimo effettuato le misure a valori di temperatura più alti, ad esempio a 40 °C., 60 °C, 80 °C. Più grandi o più piccoli dei precedenti? Raccogliamo le risposte di tutti gli alunni.

Se gli alunni avessero difficoltà a rispondere in modo adeguato, prendiamo un matraccio da 100 cm³ e riempiamolo di acqua fino alla tacca dei 100 cm³. Se chiediamo quali saranno il peso e il peso specifico a temperatura ambiente, per gli alunni sarà semplice indicare i valori di 100 g_p e di 1 g_p/cm³. Collochiamo poi il matraccio in un becher contenente acqua ed iniziamo a riscaldarlo fino a circa 80 °C. Man mano che procede il riscaldamento gli alunni osserveranno l'aumento del livello dell'acqua all'interno del matraccio. Se chiediamo a questo punto quali saranno i valori del peso e del peso specifico dell'acqua contenuta nel matraccio, per gli alunni sarà semplice rispondere che, mentre il peso rimane inalterato, il peso specifico diminuirà perché il volume è aumentato.

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

² Fondamentali sono queste considerazioni di Arons: «Gli studenti non pensano al significato dei calcoli che sono invitati a compiere, si rifugiano nel memorizzare schemi e procedimenti di risoluzione, preferendo manipolare formule piuttosto che giungere a una comprensione dei ragionamenti. Come conseguenza, quando essi si trovano al di fuori delle situazioni già memorizzate, finiscono con l'essere incapaci di risolvere problemi che richiedono passi successivi di ragionamento aritmetico. [...] Supponiamo di avere a che fare con studenti che hanno difficoltà nell'affrontare un problema che riguarda il concetto di densità, e di porre loro la seguente domanda: "Conosciamo la massa esatta (340 g) di un oggetto, e la dividiamo per il volume (120 cm³). Come interpretate il numero 340/120? Dite cosa significa, usando le parole più semplici possibili". Qualcuno risponderà "Si tratta della densità". Questi studenti non sanno distinguere tra il termine tecnico, il *nome* del numero risultante, e l'interpretazione verbale del suo significato. [...] Quando si fa notare che un nome non è un'interpretazione, qualche studente dirà "massa su volume"; altri diranno "il numero di grammi in 120 centimetri cubici". (È molto probabile che espressioni del tutto analoghe vengano date anche se il rapporto è variazione di posizione fratto intervallo di tempo). Pochissimi studenti, tra quelli che si trovano in difficoltà con il problema di partenza, saranno in grado di fornire una semplice risposta del tipo: si è ottenuto il numero di grammi per un centimetro cubico di materiale (Arons A.B., *Guida all'insegnamento della fisica*, Zanichelli, Bologna 1992. pp. 5, 6)».

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.

6. Determinazione del peso specifico dell'alcol

Facciamo determinare il peso di 10 cm³, 50 cm³, 100 cm³, 250 cm³, 500 cm³ di alcol, procedendo come nel caso dell'acqua distillata.

Attrezzatura e materiale occorrente: bilancia, cilindri da 10 cm³, 50 cm³, 50 cm³, 100 cm³, 250 cm³, 500 cm³, alcol puro.

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
50 cm ³	.. g _P
100 cm ³	.. g _P
250 cm ³	.. g _P
500 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 $0,79 \text{ gp}$ è il peso di un qualsiasi cm^3 di alcol. Questo rapporto è una costante dell'alcol. Viene chiamato peso specifico dell'alcol.

7. 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 (cubetti o parallelepipedi) di alcuni metalli, quali alluminio, zinco, stagno, rame. Facciamo misurare con un calibro (o, in mancanza, con un decimetro) i lati dei campioni e chiediamo poi di calcolarne il volume. Se i campioni fossero irregolari, per determinare il volume, occorre leggere il punto 9.

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 dà sempre lo stesso valore³. È possibile, anche in questo caso capire, sulla base delle esperienze e delle divisioni effettuate precedentemente, 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	$7,1 \text{ gp}/\text{cm}^3$

³ È necessario effettuare le misure per almeno due campioni di ogni metallo. Esistono Kit per eseguire misure del peso specifico di metalli: 1. serie di metalli di uguale peso e diverso volume, 2. serie di metalli di quale volume e diverso peso.

stagno	7,28g _p /cm ³
rame	8,93g _p /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: quali considerazioni si possono 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.**

8. 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

9. 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.

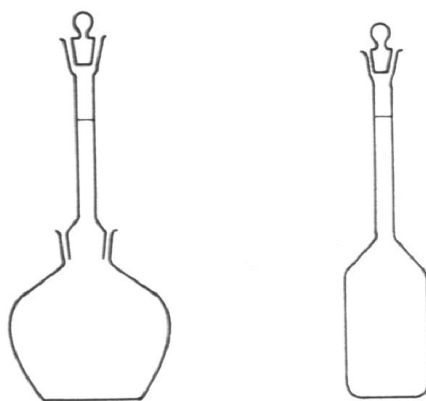
Il procedimento impiegato per determinare il peso specifico dell'acqua può essere utilizzato per determinare il peso specifico di un qualsiasi liquido e, con una piccola variante, di un qualsiasi oggetto solido (insolubile in acqua e con peso specifico superiore a quello dell'acqua affinché non galleggi).

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.



Di più agile uso per eseguire misure di volume di piccoli corpi solidi è il vaso troppo pieno.

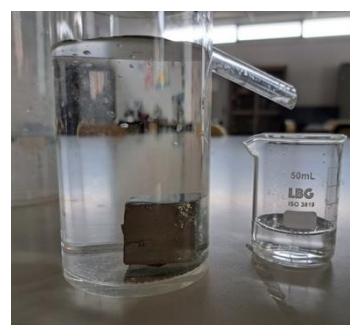


Vaso troppo pieno



Si riempie di acqua e si fa scaricare l'acqua in eccesso.

Si svuota in contenitore graduato.



Si inserisce il solido (in questo caso il cristallo di Pirite) e si raccoglie l'acqua che fuoriesce. Il volume di acqua raccolta è pari al volume del solido inserito dentro.

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.

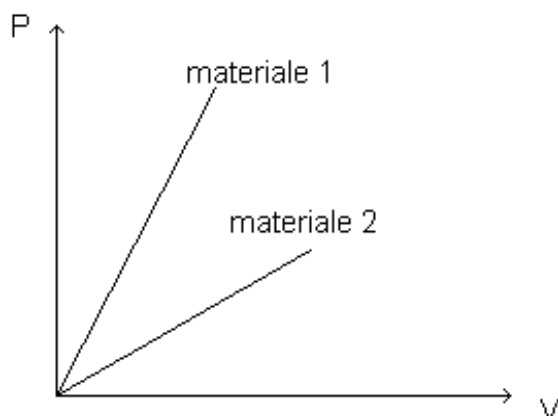
È importante che lo studente comprenda che il peso specifico esprime il peso di un centimetro cubo del materiale in considerazione.

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 ?

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

Appendice

Un nodo importante è quello della distinzione tra **peso** e **massa** e conseguentemente tra **peso specifico** e **densità**. Per molti disciplinaristi, è un grave errore non dare fin dall'inizio il nome giusto alle cose, e poiché quando si parla di quantità dei corpi il

termine giusto è massa, fin dalla scuola elementare così va chiamata. Il peso è un concetto ben diverso, è la forza con cui una massa data è attirata, nel nostro caso, dalla Terra. Essi evidentemente pensano che questi concetti fondamentali della fisica siano ormai autoevidenti; dimenticano tuttavia, che per costruirli l'umanità ha dovuto aspettare il Settecento, con Newton, e che quando si va a verificare le conoscenze su queste problematiche alla fine della scuola secondaria superiore, molti studenti dimostrano di essere rimasti a prima di Galileo.

Questo è uno degli innumerevoli esempi in cui un insegnamento prematuro di parole giuste, di pre- giudizi (nel significato attribuitogli da Dewey), produce sostanzialmente una situazione di analfabetismo, ed ovviamente di disgusto nei confronti della conoscenza scientifica.

A nostro parere, invece, i nomi giusti vanno dati dall'insegnante quando gli studenti sono stati messi in condizione di comprendere i concetti; i concetti, d'altra parte possono solo essere costruiti gradualmente, per approssimazione successiva, partendo, nel caso della scuola primaria dalle conoscenze di senso comune, avendo ovviamente l'obiettivo di sviluppare il pensiero logico,

razionale. Come è stato per l'umanità fino a poco tempo fa, per lo studente il peso è associato non alla forza di gravità, ma alla quantità di materia. Quando in un qualsiasi negozio si acquista qualcosa, si paga in relazione alla quantità di merce, che viene indicata con una misura di volume o di peso; nei negozi si pesa e non si misura la massa. Pensare che basti dire agli studenti che quanto si acquista qualcosa, quella è una massa e non un peso, vuol dire avere una visione

dell'insegnamento-apprendimento molto ingenua, quasi da maghi: basta agitare la bacchetta magica, ed ecco che un peso diventa una massa. In conclusione, non riusciamo a comprendere come la distinzione concettuale tra peso e massa possa essere costruita e quindi compresa, al di fuori

dell'insegnamento delle leggi di Newton, delle leggi della dinamica, e cioè, quindi, prima del biennio della scuola secondaria superiore. Si continua a confondere i concetti con le parole; le parole corrette ovviamente sono fondamentali per conservare i concetti, ma solo dopo che i concetti siano stati compresi.

L'obiezione fondamentale che viene fatta è relativamente all'utilizzo della **bilancia a due piatti**, che per i fisici è lo strumento che si utilizza per misurare le **masse**. Se si utilizzasse un dinamometro o una bilancia ad un piatto non ci sarebbero obiezioni. A noi sembra che la **bilancia a due piatti sia uno strumento ineliminabile dal punto di vista pedagogico-didattico**, perché permette in modo naturale di proseguire il confronto del peso degli oggetti che si fa spontaneamente con le mani per arrivare alla misura del loro peso con l'introduzione di unità di misura prima arbitrarie e poi convenzionali.

Arons utilizza una problematica scientifica presente in molti corsi anche di carattere elementare per evidenziare sia l'insignificanza formativa dell'utilizzo di gergo scientifico che le potenzialità presenti per rendere gli studenti consapevoli del ruolo della scienza nello sviluppo intellettuale.

Perché gli oggetti cadono? Spesso già nella scuola elementare viene fornita la risposta che gli oggetti cadono a causa della gravità. Si dà così l'impressione al bambino di avere ricevuto una spiegazione. "Sia da parte di colui che fornisce, sia da parte di colui che riceve non vi è alcun sentore dell'«informazione» secondo cui *il nome tecnico non contiene una conoscenza né una comprensione, ma nasconde semplicemente l'ignoranza circa la natura del fenomeno*". Se la stessa domanda viene fatta a studenti universitari è probabile che si abbia la stessa risposta. Poche persone conoscono la storia di questo nome: che, all'inizio, il termine gravità indicava un effetto teleologico, la tendenza, cioè, degli elementi pesanti (acqua, terra) ad andare verso il centro della Terra, e che vi era un termine "levità" che indicava la tendenza opposta ad andare verso l'alto degli elementi leggeri, aria e fuoco. Newton, rinunciando a qualsiasi spiegazione sulla causa della gravità, formulò la teoria che vi sia un'unica forza di attrazione tra i corpi, responsabile sia della caduta delle mele sulla Terra, come della rotazione dei pianeti intorno al Sole. Ed anche oggi, "nonostante l'eleganza e la bellezza della teoria della relatività generale, non abbiamo tutt'ora la minima idea di come «funzioni» la gravità".

In relazione alle considerazioni precedenti ci sembrano significative queste considerazioni della Driver: "In molti ambiti scientifici si possono interpretare i fenomeni secondo una varietà di livelli di raffinatezza, tutti quanti utili sotto questo profilo (...) Per esempio, c'è una giustificazione nell'attribuire tanta importanza al modello cinetico-molecolare nei corsi

scientifici di base dal momento che gli alunni trovano tanto difficile comprenderlo abbastanza bene da utilizzarlo con fiducia? Non sarebbe più produttivo accettare che alunni più giovani della scuola secondaria si basassero su una nozione del calore come calorico? Dopo tutto, gli ingegneri edili, ad esempio, procedono effettivamente nei loro calcoli della conducibilità termica dei materiali in base alle "quantità di calore" e alle "velocità di flusso". Dal punto di vista degli alunni è forse preferibile possedere un modello che funziona nell'interpretazione dei fenomeni, anche se lo si dovrà modificare più avanti, piuttosto che dover imparare delle idee più raffinate che servono solo a confondere".

Sicuramente, afferma la Driver, c'è chi si opporrà a queste proposte sostenendo che non si debba mai insegnare nulla che debba essere "disappreso in seguito". Ma questo atteggiamento pedagogico non è per nulla conforme né alle esperienze della vita quotidiana, né agli apprendimenti che si realizzano in contesti formali. "Noi siamo posti continuamente in situazioni nelle quali dobbiamo rivedere, sviluppare o scartare delle idee alla luce di nuovi dati". L'immane compito che è necessario affrontare e risolvere nell'educazione scientifica è quello di diminuire il fossato che oggi generalmente esiste tra le strutture cognitive degli studenti e le conoscenze scientifiche formali; e a questo scopo può essere necessario presentare agli studenti delle teorie parziali e provvisorie che essi possano comprendere senza tuttavia accettare come verità assolute. "A questo riguardo è importante distinguere tra capire e credere: è possibile e fondamentale riuscire a *capire* delle interpretazioni alternative, proposte da compagni di classe o di ricerca scientifica, senza necessariamente *credere* ad alcune di esse"⁴.

⁴ R. Driver, *L'allievo come scienziato? La formazione dei concetti scientifici nei preadolescenti*, Bologna, Zanichelli, 1988, pp. 79-80.