

PERCORSO DIDATTICO SUL VOLUME E LA CAPACITA'

*Giulietta Cioncolini, Monica Falleri, Carlo Fiorentini, Attilia Greppi,
Antonella Martinucci, Rossana Nencini, Elena Scubla, Sandra Taccetti*

1. Travasate dell'acqua da un recipiente ad un altro più stretto e più alto. Chiedete ai bambini, rispondendo individualmente per iscritto, se la quantità di acqua è rimasta la stessa o se è cambiata. Chiedete, inoltre, di fornire una spiegazione della loro risposta.

Secondo Piaget, l'età media al di sopra della quale i bambini rispondono correttamente è 7-8 anni. E, probabilmente, la maggior parte dei bambini risponderanno in modo adeguato. I bambini, che concordano sulla conservazione, forniranno alcune delle spiegazioni indicate da Piaget:

- a) nel secondo recipiente sembra esserci più acqua, ma se si riversa l'acqua dal secondo recipiente nel primo, si potrà constatare che si riottiene lo stesso livello iniziale di acqua (operazione della *reversibilità*);
- b) anche se nel secondo recipiente sembra esserci più acqua, essa deve essere la stessa come quantità perché nel travaso tutta l'acqua del primo contenitore è stata versata nel secondo senza nessuna perdita (principio di *identità*);
- c) nel secondo recipiente sembra esserci più acqua perché esso è più alto; è tuttavia anche più stretto e quindi la quantità di acqua deve essere uguale (*moltiplicazione delle relazioni*).

2. Disponete sul banco tre coppie di recipienti contenenti acqua. I primi due recipienti uguali contengono diverse quantità di acqua; i secondi due recipienti sono diversi ed hanno lo stesso livello di acqua; la terza coppia è costituita da recipienti diversi con un diverso livello di acqua, in modo tale che non sia possibile stabilire ad occhio chi ne contiene di più.

Chiedete agli studenti, sempre con una risposta scritta individuale, in relazione ad ogni coppia di recipienti, se c'è più acqua o è la stessa.

Tutti risponderanno facilmente al primo ed al secondo quesito. Per quanto riguarda il secondo, se non fosse stata effettuata l'attività precedente di travaso, la risposta sarebbe stata meno scontata. La coppia più problematica è la terza. La classe si dividerà in vari raggruppamenti, vi sarà chi affermerà: 1) che c'è più acqua nel primo recipiente, 2) che c'è più acqua nel secondo, 3) che vi è la stessa quantità di acqua, 4) che non si può dire dove c'è più acqua.

Probabilmente qualche studente indicherà la o le soluzioni del problema. Se ciò non avvenisse, dopo che gli studenti sono arrivati a comprendere, sulla base delle spiegazioni addotte alle loro precedenti risposte, che la risposta più sensata è la quarta, perché ad occhio non è possibile decidere in un senso o nell'altro, proponete voi lo stimolo per le soluzioni.

La metodologia didattica che abbiamo prospettato sia teoricamente che concretamente con i vari percorsi didattici già presentati, pone lo studente effettivamente al centro del processo di apprendimento: la conoscenza viene costruita dagli studenti sotto la regia attenta e duttile dell'insegnante. Generalmente, la classe, con la dinamica, costantemente ed esplicitamente indicata o presupposta, esistente tra momento individuale e momento collettivo, è in grado di trovare progressivamente le soluzioni ai vari problemi incontrati. Tuttavia, può capitare che ciò non sempre accada; in questi casi è evidentemente necessario l'intervento dell'insegnante, che deve, comunque, secondo noi, non dare mai la risposta completa, ma deve limitarsi a fornire gli stimoli sufficienti per fare proseguire la costruzione della conoscenza da parte degli studenti. Infine, se a volte lo stimolo dovesse coincidere con la risposta, potrebbe rimanere stimolo e non risposta, se venisse dato dall'insegnante sotto forma di domanda. Vediamo una prima soluzione.

3. Collocate sul banco un recipiente uguale ad uno dei due della terza coppia e chiedete agli studenti se può essere utile per stabilire chi contiene più acqua. In

questo modo si ritorna alla possibilità di un confronto percettivo diretto: quando i due recipienti sono uguali, il livello maggiore indica una maggiore quantità di acqua.

Potrebbe, tuttavia capitare che i due livelli siano talmente simili da non riuscire a stabilire dove c'è più acqua. Come si può procedere? L'inventiva dei bambini è, a volte, inimmaginabile; noi ci aspetteremmo una certa risposta, essi potrebbero invece formulare altre ipotesi, quali ad esempio, quella di prendere due recipienti uguali molto più stretti e di versare in questi l'acqua dei due recipienti precedenti. Potrebbe in questo modo essere risolto il caso precedente, oppure no.

Successivamente, riproponete voi il caso in cui anche con questi recipienti più stretti i due livelli siano molto simili. A questo punto diventa necessario effettuare questa osservazione: anche se i due livelli fossero uguali, non potremmo comunque essere certi che la quantità di acqua sia la stessa, perché i recipienti sono sempre costruiti con un'imprecisione più o meno grande.

Potreste chiedere ai bambini: chi ci assicura che i due recipienti siano effettivamente uguali, che contengano cioè la stessa quantità di acqua? Si può in qualche modo controllare come stanno le cose?

Le attività finora svolte dovrebbero aver condotto tutti i bambini alla consapevolezza che la vista (la percezione) può permettere di risolvere il problema nei casi non ambigui (come d'altra parte si era già constatato nella classe terza per la lunghezza e per il peso), e che, invece, in quelli ambigui, occorre in qualche modo misurare l'acqua.

4. Come si fa a misurare un corpo liquido? Chiedetelo ai bambini.

E' molto probabile che i bambini indichino più risposte; dopo la discussione, fate verificare quelle che vengono giudicate le più plausibili. La soluzione più facilmente praticabile del caso precedente dei due contenitori uguali con lo stesso livello apparente di acqua consiste nel misurare il peso. Se i bambini non avessero prospettato questa ipotesi,

chiedete loro se una bilancia può permettere di risolvere il problema. I bambini a questo punto dovrebbero individuare facilmente la soluzione, consistente nel pesare prima ciascun recipiente pieno e poi vuoto, e per differenza calcolare il peso dell'acqua. Nella scuola elementare vengono sicuramente proposti problemi con il peso lordo, il peso netto e la tara; è importante affrontare questi problemi non solo sulla carta, ma in situazioni concrete.

Un modo per misurare la quantità di acqua consiste quindi nel pesarla. Se questa ipotesi non fosse stata prospettata, è importante comunque introdurla anche se non necessariamente in questo punto del percorso, perché lo studente deve in più occasioni utilizzare sia il peso che il volume per diventare consapevole che sono due le modalità fondamentali per misurare la quantità dei corpi, a prescindere dal fatto che siano liquidi o solidi.

Si può misurare il loro peso o si può misurare il loro volume, cioè lo spazio che occupano. La terminologia con cui i bambini indicheranno questa seconda modalità di misurare l'acqua, probabilmente sarà la più varia; ciò che è importante è che abbiano compreso la necessità di misurare lo spazio occupato dall'acqua, che abbiano, cioè, prospettato le operazioni necessarie, consistenti nel versare in un recipiente più piccolo (unità di misura) l'acqua contenuta nei due recipienti

Potrebbe essere sufficiente questo recipiente (recipiente A) per verificare quale dei due recipienti precedenti contiene più acqua. Supponiamo che, ad esempio, l'acqua del recipiente 1 corrisponda 7 volte al recipiente A e che l'acqua del recipiente 2 a 7 volte e un po'. La misura del volume dell'acqua viene effettuata con la scelta di un'unità di misura e con l'operazione di riempire più volte questa unità di misura. Evidentemente tutto ciò presuppone che il bambino abbia acquisito completa consapevolezza della conservazione dell'acqua nelle operazioni di travaso.

Si può quindi affermare che il volume dell'acqua del recipiente 1 è uguale a 7 volte il volume dell'unità di misura scelta.

Gli studenti comprendono che diventa necessario utilizzare un secondo recipiente più piccolo, una seconda unità di misura nel caso in cui sia il recipiente 1 che quello 2

abbiano volume 7 volte e un po' la prima unità di misura scelta. Potrebbe, ad esempio, accadere che il volume dell'acqua contenuta nel rec.1 (recipiente è abbreviato in rec.) è 7 volte il rec.A + 3 volte il rec.B, mentre quella del rec.2 è 7 volte rec.A + 2 volte rec.B + un po'.

L'introduzione del recipiente più piccolo (rec.B) (di un'altra unità di misura di volume) ha permesso non solo di poter stabilire, anche nei casi ambigui, quale contenitore contiene più acqua, ma anche di stabilire quanta acqua c'è.

5. Riproponete agli studenti il caso di due recipienti uguali con quantità di acqua diversa.

Era stato percettivamente semplice stabilire in quale recipiente c'è più acqua; ora si è anche in grado di constatare quanta acqua c'è in più nel primo recipiente. Potrebbe, ad esempio, risultare che il volume dell'acqua del rec.1 è 8 rec.A ed il volume dell'acqua del rec.2 è 2 rec.A. Si può quindi affermare che il volume dell'acqua del rec.1 è 4 volte il volume dell'acqua del rec.2.

Nel caso dei recipienti utilizzati come unità di misura vi è coincidenza tra il volume interno del recipiente ed il volume dell'acqua contenuta? Dipende evidentemente se sono stati riempiti completamente o fino ad un livello prefissato. Ciò non è, invece, in generale vero per i recipienti di cui si vuole misurare l'acqua contenuta, tranne quando sono completamente pieni.

Quando è stata introdotta la seconda unità di misura di volume, è stato ipotizzato il caso in cui in cui l'acqua del rec.2 sia 7 rec.a + 2 rec.B + un po'. come si fa a misurare questa piccola quantità di acqua avanzata? Evidentemente introducendo una terza unità di misura ancora più piccola.

6. Finora sono state introdotte unità di misura più piccole di quella iniziale, perché vi era la necessità di misurare in modo più preciso l'acqua che avanzava. Se si dovesse invece misurare l'acqua contenuta in recipienti più grandi dei rec.1 e 2,

utilizzati finora, le unità di misura che abbiamo introdotto vanno bene o hanno degli inconvenienti? Se si dovesse, per esempio, misurare l'acqua contenuta in una damigiana o in una tanica?

Le unità di misura precedenti possono essere evidentemente utilizzate; hanno però l'inconveniente di essere troppo piccole: l'operazione di misura diventa troppo lunga e laboriosa, occorre versare troppe volte l'acqua. Gli studenti comprendono quindi facilmente che occorre introdurre anche delle unità di misura più grandi delle precedenti. Gli studenti diventano anche consapevoli, come già era avvenuto per le altre grandezze, che occorre disporre di tante unità di misura anche per il volume e che occorre scegliere quella più adatta allo scopo: deve avere un volume più piccolo del recipiente di cui si vuole misurare l'acqua contenuta (o il volume interno del recipiente stesso), ma non troppo piccolo; sono poi necessarie altre unità di misura più piccole per avere una misura più precisa.

Gli studenti diventano, infine, consapevoli della necessità di unità di misura non soggettive, ma confrontabili, cioè, convenzionali.

7. Le unità di misura convenzionali

Come nel caso delle altre grandezze, anche per il volume, l'esigenza di disporre di unità di misura è stata avvertita da tempi immemorabili. Ogni comunità, città-stato o stato aveva stabilito le proprie unità di misura. Era stata, in particolare, sentita l'esigenza di misurare liquidi, quale acqua, vino, olio, ecc.; furono stabilite apposite unità di misura. In Italia è in uso da molto tempo, per misurare il volume dei liquidi, **il litro** con i suoi sottomultipli e multipli. Sono normalmente chiamate misure di **capacità**. Si può continuare ad usare il termine capacità, ma avendo consapevolezza che la **capacità non è altro che il volume interno di un recipiente**, e che quindi una misura di capacità è una misura del volume interno di un recipiente e contemporaneamente del volume del liquido contenuto.

Fate collocare su un banco bottiglie vuote di acqua minerale, vino, latte, birra, olio, aceto, succhi di frutta, siringhe, ecc. Fate scoprire e registrare i numeri che indicano il volume dei vari contenitori.

Ad esempio:

acqua minerale	150 cl
acqua minerale	92 cl
succo di frutta	200 ml
birra	33 cl
olio	1 l
latte	1 l
vino	75 cl
siringa	5 ml
siringa	2,5 ml
aceto	0,25 ml
aceto	0,5 l

8. Se l sta per litro, ml e cl che cosa stanno ad indicare? Sulla base delle conoscenze già acquisite sui sottomultipli delle lunghezze e dei pesi (centi = centesima parte; milli = millesima parte) e sulla base del confronto percettivo, chiedete ai bambini di indicare le relazioni che esistono tra ml, cl e litro.

I bambini arriveranno facilmente a comprendere che:

$$1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

$$1 \text{ l} = 100 \text{ cl}$$

$$1 \text{ cl} = 10 \text{ ml}$$

9. E' stato definito anche il dl, anche se viene poco usato. Quali relazioni esistono tra dl e l, ml, cl? Chiedetelo ai bambini.

$$1 \text{ l} = 10 \text{ dl}$$

$$1 \text{ dl} = 10 \text{ cl}$$

$$1 \text{ dl} = 100 \text{ ml}$$

10. Chiedete ai bambini di ordinarli dal più piccolo al più grande.

ml cl dl l

11. Quale relazione c'è tra un sottomultiplo e quello successivo?

Vanno di 10 in 10.

12. Chiedete ai bambini di informarsi con il loro genitori della capacità di contenitori più grandi del litro e di farne un elenco.

Ad esempio:

fiasco	1,5 l
tanica	10 l
tanica	25 l
damigiana	50 l

Vi sono anche multipli del litro (decalitro, ettolitro, chilolitro); tuttavia nella vita quotidiana si incontrano raramente perché si preferisce usare sempre il litro (finché, come vedremo tra poco, non si passa al m^3).

13. Chiedete ai bambini di ordinare anche i multipli del litro dal più piccolo al più grande e di indicare la relazione che sussiste tra loro.

l	dal	hl	kl
10	10	10	
	100	100	
		1000	

Il volume dei liquidi viene, generalmente, nella vita quotidiana misurato con il litro ed i suoi multipli o sottomultipli. Ma il modo più generale di misurare il volume dei corpi è

quello che si basa sul sistema metrico decimale, che utilizza le seguenti unità di misura: cm^3 , dm^3 , m^3 .

14. Chiedete ai bambini che cos'è il cm^3 . Fate maneggiare ai bambini cubetti di lato 1 cm^3 e fategli misurare i lati.

E' il volume di un cubo con il lato di 1 cm^3 .

15. Chiedete ai bambini che cos'è il dm^3 . Non dovrebbe essere per loro difficile comprendere che è il volume di un cubo di lato 1 dm^3 . Fateglielo costruire con del cartone. Chiedete poi loro che relazione esiste tra il dm^3 ed il cm^3 ; Chiedete di rispondere individualmente per iscritto alla seguente domanda: “Quanti cm^3 sono necessari per riempire un dm^3 ?”

E' possibile che qualche bambino intuisca grazie al confronto percettivo e sulla base delle competenze già acquisite in relazione alle misure di lunghezza e di superficie che $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$. Riteniamo, tuttavia, fondamentale fare costruire ai bambini il dm^3 mediante l'accostamento e la sovrapposizione di 1000 cm^3 .

La fondamentale relazione esistente tra cm^3 e dm^3 è necessario che venga costruita concretamente e non solo con il calcolo. Un'obiezione possibile a questa proposta è la mancanza di cubetti multibase sufficienti. Sappiamo perfettamente che le risorse per una scuola di qualità sono nella scuola elementare molto limitate, però pensiamo che sia innanzitutto un fatto di consapevolezza pedagogica: le risorse necessarie per materiali come questi, come bilance, becker, cilindri, ecc. sono limitate e pensiamo che debbano avere la precedenza rispetto ad altri materiali pur innovativi, quali gli strumenti multimediali.

16. Chiedete ai bambini, sempre con una risposta scritta individuale, che cos'è il m^3 .

Dovrebbe essere abbastanza facile per tutti i bambini rispondere che il m^3 è il volume di un cubo di lato 1 m ed intuire che $1 m^3 = 1000 dm^3$.

Riteniamo, tuttavia, anche in questo caso di fondamentale importanza sia l'esperienza della costruzione del m^3 con del cartone o del legno, che la costruzione del m^3 mediante l'accostamento di $1000 dm^3$. Almeno una volta nella vita è importante avere questa esperienza percettiva. Anche un insegnante, che è abituato a maneggiare queste problematiche in teoria, potrebbe scoprire che il m^3 è uno spazio molto più grande di quanto immaginava.

Siamo consapevoli che l'effettuazione di questa operazione è meno praticabile per la difficoltà di disporre di $1000 dm^3$. Tuttavia, con qualche decina di dm^3 (acquistati o costruiti dagli studenti con del cartone), gli studenti possono effettuare l'operazione di disporli in vari modi dentro il m^3 ; possono così ricavare la relazione tra m^3 e dm^3 per estrapolazione dalla loro esperienza.

E' questa un'astrazione più vicina alla loro consapevolezza percettiva: spostando, per esempio, $30 dm^3$ alla base di un m^3 , gli studenti possono comprendere facilmente che per completare la base ce ne vogliono altri settanta; spostando $30 dm^3$ lungo una superficie laterale del m^3 , si rendono facilmente conto che per riempire il m^3 ci vogliono 10 piani di $100 dm^3$ ciascuno.

17. Chiedete ai bambini di ordinare queste unità di misura dalla più piccola alla più grande, e di indicare le relazioni che esistono tra loro.

cm^3		dm^3		m^3
	1000		1000	
	$1000 \cdot 1000 = 1.000.000$			
	$1 m^3 = 1.000.000 cm^3$			

E' particolarmente semplice il passaggio dalle unità di misura del sistema metrico decimale a quelle connesse al litro, in quanto per definizione:

$$1 l = 1 dm^3$$

18. Collocate sul banco una bottiglia da 1 l ed un dm³ vuoto. Chiedete ai bambini di ipotizzare, con una risposta scritta individuale, quale relazione c'è tra il volume dei due contenitori.

Riempite poi di acqua la bottiglia e versatene il contenuto nel dm³.

Si era ricavato precedentemente che

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

da cui si ricava che:

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$$

I bambini avevano precedentemente osservato che spesso i contenitori più grandi del litro vengono contrassegnati generalmente in litri (per esempio una tanica da 25 l). Quando tuttavia le quantità sono più grandi, viene spesso utilizzato il m³: per esempio l'acqua che viene utilizzata nelle abitazioni viene misurata in m³.

Un'attività importante sia per consolidare le conoscenze precedenti, sia dal punto di vista ecologico, potrebbe essere quella di **raccogliere dati sul consumo di acqua** nell'uso domestico, nell'arco di un determinato periodo, o di quanta acqua è necessaria per l'effettuazione di determinate operazioni, come lavarsi con la vasca o con la doccia, ecc.

Un'altra attività significativa è quella di **fare stime sul volume** di determinati oggetti, quali ad esempio, l'aula scolastica, un armadio, il corridoio, la scuola, ecc.

METTIAMO IN RELAZIONE PESO E VOLUME

I corpi più grandi sono più pesanti?

19. Collocate su un banco 4-5 oggetti (biglie, viti, ecc.) dello stesso materiale e di volume leggermente diverso tra l'uno e l'altro. Chiedete ai bambini di effettuare una seriazione sia in relazione al peso che al volume.

Per quanto riguarda il peso, i bambini inizieranno a soppesarli, faranno delle ipotesi e nei casi ambigui decideranno di utilizzare la bilancia.

Anche per quanto riguarda il volume, i bambini saranno in grado su base percettiva di stabilire alcuni ordinamenti, ma in altri casi saranno indecisi. Decideranno che è necessario misurare il volume di alcuni oggetti.

Chiedete loro con una ipotesi scritta individuale: “come si può misurare il volume di oggetti, quali biglie, viti?”

Se i bambini non indicano nessuna proposta adeguata, sottoponete alla loro attenzione un cilindro graduato con un diametro piccolo ma sufficiente per l'introduzione dell'oggetto (quanto più grande è il diametro, tanto maggiore è l'errore di lettura) e chiedete loro se può essere adatto allo scopo.

Se i bambini non prospettano ancora nessuna soluzione, riempitelo per metà di acqua e chiedete di nuovo se può essere utilizzato.

Se di nuovo i bambini non ipotizzano la soluzione, dopo aver segnato con un pennarello il livello di acqua, immergete l'oggetto nel cilindro e chiedete loro di spiegare ciò che è successo.

Probabilmente, a questo punto, la maggior parte dei bambini individuerà subito che l'innalzamento dell'acqua corrisponde al volume del solido; non va considerata, tuttavia, così ovvia e generale questa consapevolezza.

Anche in relazione a questo procedimento, Piaget ha messo in evidenza che fino ad una certa età (mediamente 7-8 anni) i bambini non solo non sono in grado di prevedere ciò che succederà, ma addirittura, dopo aver osservato l'esperimento, non colgono la relazione esistente tra il volume del solido e l'aumento del volume dell'acqua; sono, invece colpiti da altri aspetti, spiegano, per esempio, l'innalzamento dell'acqua con la forza (la violenza, la spinta) esercitata dal sasso nel cadere nell'acqua.

Questo procedimento permette di calcolare in modo semplice il volume di oggetti solidi (a condizione che non assorbano acqua o non si sciolgano), facendo riferimento alla misura del volume dei liquidi.

Verranno ricavati per lo stesso oggetto valori abbastanza diversi. Una imprecisione nella lettura c'è sempre, ma probabilmente alcuni bambini avranno effettuato un errore macroscopico proprio nella modalità di lettura. Dalla discussione i bambini comprenderanno che è necessaria molta precisione nella effettuazione della lettura del livello dell'acqua: occorre, infatti, cercare di avere gli occhi il più possibile sempre nella stessa posizione rispetto al livello dell'acqua, perché altrimenti si compiono **errori significativi di lettura**.

Calcolando con questo procedimento il volume degli oggetti, i bambini completeranno la seriazione degli oggetti in relazione al volume e constateranno che coincide con la seriazione in relazione al peso.

Ripetete, infine, l'attività precedente con una sola differenza: utilizzate, cioè, oggetti costituiti di materiali diversi. I bambini constateranno così alla fine dell'attività che la seriazione in relazione al volume non coincide, in generale, con quella in relazione al peso.

Il peso si conserva, il volume no

20. Alcuni liquidi, quali l'olio di oliva ed il vino, quando sono commerciati all'ingrosso, vengono venduti a peso e non a volume. Quali potrebbero essere i motivi? Chiedetelo 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 15.000 - 20.000 lire 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.

21. Chiedete ai bambini se, riscaldando i due liquidi, il loro peso ed il loro volume rimarranno inalterati o cambieranno.

Dopo aver fatto confrontare le ipotesi dei bambini, collocate i due matracci in un becker contenente acqua ed iniziate a riscaldarlo fino quasi all'ebollizione dell'acqua.

Man mano che procede il riscaldamento i bambini osservano l'aumento del livello dei due liquidi. Arrivata l'acqua del becker quasi all'ebollizione, segnate con un pennarello i nuovi livelli dei liquidi, e velocemente, dopo averli asciugati, ripesate i due matracci.

I bambini 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 ovvio. 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. Pesatela. Riscaldate, poi, la sfera, collocandola in un becker contenente acqua all'ebollizione. Prelevate la sfera con delle pinze e collocatela sopra l'anello. La sfera non è più in grado di attraversare l'anello, fin quando non si è raffreddata.

22. Chiedete ai bambini 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, come sempre, confrontare le varie ipotesi.

Riscaldate di nuovo la sfera e con delle pinze collocatela sopra una bilancia. E' 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.

La conservazione della sostanza, del peso, del volume

Qui di seguito usiamo il termine sostanza nell'accezione piagetiana.

23. Prendete due palle di plastilina dello stesso peso. Fatele osservare ai bambini dopo aver affermato che sono uguali.

Se i bambini non fanno domande, chiedete loro in che cosa sono uguali.

Risponderanno, probabilmente, che sono costituiti dello stesso materiale e che hanno la stessa grandezza e la stessa forma. Forse alcuni bambini vorranno controllare il peso ed il volume: concluderanno, quindi, che sono uguali nel senso che hanno anche lo stesso peso e lo stesso volume.

24. Schiacciate una delle due palle, facendole assumere la forma di una frittata. Chiedete ai bambini se la palla e la frittata sono ancora uguali, o meglio che cosa è cambiato e che cosa è rimasto uguale.

Date la possibilità ai bambini di osservarle, di tenerle in mano, e di effettuare le operazioni che ritengono necessarie.

Costituisce questo uno dei più noti esperimenti piagetiani sulla conservazione. Dalle ricerche di Piaget si ricava che prima dei 7-8 anni molti bambini sono dominati dal dato percettivo della variazione di forma, e che, quindi, pensano che la palla ridotta a frittatina non conservi nulla.

Successivamente, i bambini inizierebbero a distinguere ciò che cambia (la forma) e ciò che si conserva (la sostanza, il peso ed il volume). Tuttavia, secondo Piaget, esisterebbe una sfasatura (decalage) di circa 5 anni fra l'acquisizione della prima conservazione e dell'ultima. Intorno a 7-8 anni, i bambini arriverebbero alla conservazione della sostanza: la frittatina è diversa come forma dalla palla, ma la plastilina è sempre la stessa; non è stata tolta né aggiunta. La sostanza si è conservata, ma non il peso né il volume.

L'acquisizione della conservazione del peso avverrebbe verso i 9-10 anni, del volume verso i 12-13. Come mai esisterebbero questi decalage?

Per quanto riguarda il peso, perché, percettivamente, la frittatina sembra più leggera della palla. Quando si tengono in mano l'una e l'altra, le sensazioni che si hanno dipendono non solo dal peso ma anche dal piano di appoggio. Le sensazioni sono, cioè, legate alla pressione che è maggiore nel caso della palla.

Per quanto riguarda il volume il discorso è ancora più complesso: quando si riduce una palla di plastilina a forma di frittata, come si fa a capire che non si verificano dilatazioni o restringimenti. A seconda della forma ottenuta, la percezione potrebbe, invece, dare l'una sensazione o l'altra.

La classe si dividerà in vari raggruppamenti: fra chi riterrà che nulla si conservi e chi riterrà che tutto si conservi (tranne la forma). Probabilmente, in conseguenza delle consapevolezze acquisite sul peso e sul volume, la maggior parte dei bambini propenderà per la conservazione completa, essendo anche in grado di indicare le operazioni necessarie per verificarla (l'utilizzo della bilancia per il peso e dei recipienti graduati per il volume).