

## **La cucina è un laboratorio**

### *Peso, volume e relazione tra peso e volume*

Le attività si svolgono presso il Plesso Madonna Assunta. In ogni gruppo sono presenti (con qualche oscillazione) circa 20 bambini di classe terza della scuola primaria e 5 di classe prima della secondaria di primo grado.

#### **Materiale**

Acqua, scatole di sale fino e grosso da 1 kg, scatole di mais da 500 g, buste di popcorn da 100 g, amido di mais da 250 g, pacchi di pastina da 500 g, pacchi di pasta (zitoni) da 500 g, pacchi di farina da 1 kg, pacchi di riso da 1 kg, pacchi di zucchero da 1 kg;

Per alcune attività: sabbia, biglie di vetro, palloncini di gomma.

Strumenti di misura:

bicchieri, cilindri graduati e becher da 1000 ml, 600 ml, 500 ml, 250 ml e 100 ml;

contenitori graduati da cucina non cilindrici da 1000 ml;

bilance dinamometriche da cucina con portata 0,5 kg, 1 kg e 3 kg

#### **1<sup>a</sup> Attività (circa 1h e 30')**

##### **Prima parte - In grande gruppo**

I bambini, i ragazzi della scuola media "ospiti" e i conduttori del gruppo dell'università si presentano e contestualmente vengono presentate le attività, gli oggetti e i materiali. Si discute sul modo in cui le attività saranno condotte in collaborazione con gli insegnanti, si illustrano le fasi in cui si articolano (lavoro e discussioni in piccolo gruppo, discussioni in grande gruppo), si discute sulla necessità di favorire una interazione fluida e fruttuosa permettendo a tutti di operare e di esprimersi imparando in modo collaborativo, si annuncia che le attività continueranno in classe con l'insegnante e a casa con l'aiuto di schede con indicazioni e il supporto dei familiari e/o di amici. Nella parte iniziale vengono rievocate le attività con l'acqua che i bambini della primaria hanno fatto durante l'anno scolastico precedente. In particolare viene rievocato (e mostrato) l'uso del contenitore graduato per misurare il volume, e l'uso della bilancia per misurare il peso.

##### **Ordinamento per volume e per peso**

Disposte le diverse confezioni di materiali su un banco centrale, si chiede ai bambini una stima e un confronto dei volumi e dei pesi; in particolare si chiede di ordinarli prima per peso, poi per volume.

I bambini dicono che il peso è scritto sulle confezioni e che le cose "molto piccole" (nel senso della dimensione dei grani), come lo zucchero, la farina, il sale, sono più pesanti perché ce ne entrano tantissime nei pacchi, invece per le cose più grandi non è così. Allora il confronto tra i volumi delle confezioni, diventa anche un confronto dei diversi contenuti delle confezioni: "se vedi bene il pacco di sale fino è un po' più piccolo del pacco di sale grosso"; "non c'è bisogno di fare i pacchi grandi per le cose piccole"; "la busta di popcorn è la più grande di tutte ma i popcorn sono leggerissimi, perché c'è tanto spazio tra di loro, non si incastrano"; "nei popcorn c'è il vuoto, c'è l'aria, sappiamo come si fanno!"

Una parte della discussione verte sui sistemi che sono presi in considerazione, si può considerare il volume dei contenitori, oppure del materiale in essi contenuti e si discute sul modo per

operare confronti nei due casi. Per il peso possiamo riferirci al peso complessivo (contenitore + contenuto) o solo al peso del contenuto e si discute su come operare per il confronto.

Dalla discussione emerge ad esempio che il pacco di zitoni ha un'altezza che è circa il doppio di quella del pacco di zucchero o di farina, e così pensando di spezzare gli zitoni a metà risulta che gli zitoni occuperebbero, a parità di altezza, più spazio.

Incominciando a mettere in relazione peso e volume si vede che si può avere lo stesso peso con volumi diversi (ad esempio la confezione di 1 kg di farina ha un volume maggiore di quella di 1 kg di zucchero – nel nostro caso le due confezioni sono entrambe di carta). La confezione di popcorn ha un peso di 100 g e il suo volume è molto maggiore del pacchetto di 500 g di chicchi di mais.



### **Comportamento dei mezzi granulari e dell'acqua**

Viene versata dell'acqua sul tavolo e si nota che la "macchia" di acqua si espande, che macchie piccole tendono ad aggregarsi per formare macchie più grandi. Si chiede, nel versare, come si comporteranno i granelli di sale grosso e fino, di zucchero, di mais...

Si fanno previsioni e poi si versano diverse volte il sale, lo zucchero, la farina, la pastina...

Si osserva che, se non ci si sposta durante lo svuotamento, i diversi materiali granulari tendono a formare dei mucchietti conici ("montagnelle"). Per alcuni materiali (pastina, chicchi di mais) nei primi impatti si osservano rimbalzi, poi, accumulandosi, i granelli urtano contro altri granelli e si formano i mucchietti.

Le *montagnelle* piacciono molto, quelle bianche sembrano vulcani con la neve ("sembra il monte Fuji").



Cosa fa la pastina? Fa come lo zucchero o come l'acqua? "Dipende dalla grandezza dei pezzi". Constatiamo che le *montagnelle* di pastina e di zucchero sono diverse: quella della pastina "è più larga"; e il sale grosso? "come la pasta"; "l'acqua si adatta"; "occupa più spazio possibile". I bambini cominciano insomma ad argomentare sulle diverse caratteristiche dei materiali granulari che stiamo utilizzando e sulle differenze tra liquidi e solidi. Queste osservazioni si affineranno quando i bambini ripeteranno le esperienze a casa con i genitori.

Viene versata acqua in un becher e si osserva che inclinando il becher la superficie libera dell'acqua è su un piano orizzontale. Ripetendo la stessa operazione con i mezzi granulari si osserva che occorre scuotere il becher per avere la superficie libera in orizzontale. Quando poi si riporta il becher in orizzontale, la stessa superficie, invece, tende a rimanere inclinata e ripetendo la rotazione diverse volte si vede che l'angolo di inclinazione dipende dalla velocità con cui si ruota il becher. Sulla maniera in cui si dispone il pelo dell'acqua e quello dei granulari: "l'acqua scivola, il sale no perché non è liquido".



Per misurare il volume dei granulari occorre tenere il becher in piano e scuoterlo in modo da livellare la superficie della materia granulare.

Si discute molto sulla differenza di comportamento tra acqua, solidi e mezzi granulari. I mezzi granulari mostrano comportamenti diversi dai liquidi e dai solidi. In alcune situazioni si comportano quasi come i liquidi, in altre quasi come i solidi. Nei mucchietti di granelli di solito puoi inserire un dito ma non è proprio come con l'acqua. Se il sale è compattato nella scatola diventa quasi impenetrabile.

Alla fine si raccolgono materiali granulari diversi in una vaschetta trasparente. La vaschetta è sottoposta a scuotimenti e si nota che i diversi materiali si stratificano. I popcorn sono nello strato in alto e *galleggiano* sui chicchi di mais che tendono ad occupare uno strato centrale, il sale fino occupa lo strato inferiore. L'operazione viene ripetuta alcune volte, variando l'ordine con cui si versano i diversi materiali granulari e si osserva la tendenza al formarsi delle stesse stratificazioni precedentemente descritte.

### **Relazione peso – volume**

Dopo questa parte qualitativa dell'esperienza, si passa a un lavoro più quantitativo, in particolare cominciando col richiamare le misure di peso e volume svolte durante l'anno precedente con l'acqua.



L'esperienza permette di osservare che, per l'acqua, le misure del volume espresse in ml e quelle del peso espresse in g danno lo stesso risultato (100 ml di acqua pesano 100 g, 500 ml pesano 500 g). Ci si chiede se lo stesso valga anche per tutte le altre sostanze che abbiamo a disposizione e si invitano i bambini a provare a operare le misure in autonomia.

### **Seconda parte – piccolo gruppo**

In ciascun gruppo è presente un alunno della secondaria. Ciascun gruppo lavora con un singolo materiale, misurando volumi fissati (100, 200, 500 ml e così via) e i pesi corrispondenti.



### **Terza parte: in grande gruppo – conclusioni e discussione**

Si confrontano i risultati ottenuti dai diversi gruppi con i diversi materiali.

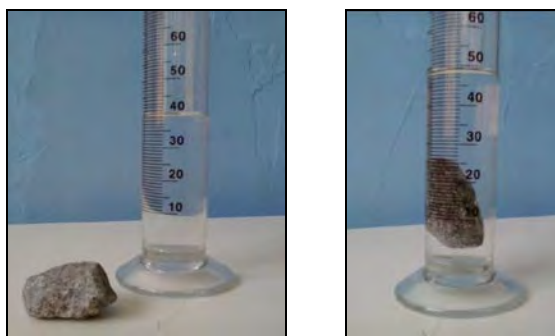
Ad esempio: il peso di 200 ml di farina è 140 g; il peso di 500 ml di sale fino è di 550 g, di 750 ml è 1 kg; il peso di 100 ml di chicchi mais è 85 g, di 200 ml è 175 g, e così via.

Per nessuno dei materiali che abbiamo utilizzato, nei limiti della precisione con cui operiamo le misure, la relazione tra peso e volume è la stessa che avevamo trovato per l'acqua. I bambini cominciano a proporre argomentazioni sul diverso "peso dei materiali", associandolo anche alla dimensione dei grani e al fatto che alcuni materiali "hanno l'aria dentro".

In alcuni casi si comincia a discutere sulla proporzionalità tra peso e volume ("se raddoppio il peso raddoppia anche il volume").

Si illustrano le attività da fare a casa. Ai bambini è chiesto di farsi aiutare da un adulto a partire dalla presentazione delle esperienze fatte a scuola. Nel descrivere le attività da fare a casa si

discute su come misurare il volume di oggetti immersi (nella scheda si chiede di immergere biglie in acqua e popcorn in chicchi di mais).



Discutiamo in maniera interattiva questa tecnica di misurazione per immersione: il volume della pietra immersa può essere valutato come differenza tra il volume dell'acqua prima di immergere e la pietra e quello (maggiore) che possiamo leggere dopo averla immersa. Se l'oggetto non affonda occorre tenerlo immerso, ad esempio utilizzando una sottilissima asticella. In alcuni casi si discute sul fatto che si può immergere gradualmente la pietra in un contenitore colmo e misurare il volume dell'acqua che deborda.

## 2<sup>a</sup> Attività (circa 1h e 30')

### Prima parte – In grande gruppo

Nella parte iniziale i bambini della scuola primaria raccontano brevemente alcune delle attività svolte a casa. I racconti ritornano sulla questione delle *montagnelle*, rispetto alla quale le considerazioni dei bambini diventano sempre più articolate: le *montagnelle* hanno la forma di un cono, hanno una diversa estensione alla base; i materiali con i granelli più grossi fanno *montagnelle* più larghe perché inizialmente i granelli grandi rimbalzano contro il piano tendendo ad allontanarsi; i granelli più piccoli cadono invece, fin dall'inizio, in modo più compatto (l'uno sull'altro) tendendo ad accumularsi più rapidamente intorno al punto di impatto; l'acqua non fa la *montagnella* perché è un liquido.

Prendendo spunto dalle *montagnelle* e dalla necessità di scuotere il cilindro graduato quando lo stiamo usando per misurare il volume di una sostanza granulare, spostiamo l'attenzione sulle misure di peso e volume di diverse sostanze (farina, sale grosso, chicchi di mais, popcorn, etc.) che i bambini hanno fatto a casa con i genitori. Riportiamo sulla lavagna i dati raccolti da ciascuno e si discute sul perché alcune misure discordino: per uno stesso volume di farina (200 ml), ad esempio, sono stati registrati i pesi 113 g, 200 g e 300 g.

Le osservazioni sono molto ricche e ci offrono diversi spunti di riflessione:

“200 ml di chicchi di mais sono 284 in numero” (quanti chicchi di mais per 400 ml?)

“200 g di popcorn equivalgono a 3600 ml” (quanti ml per 400 g?)

“100 ml di popcorn pesano 5 grammi” (quanti grammi per 200 ml?)

“Da 302 chicchi di mais mi sono usciti 277 popcorn” (quanti chicchi non sono esplosi?)

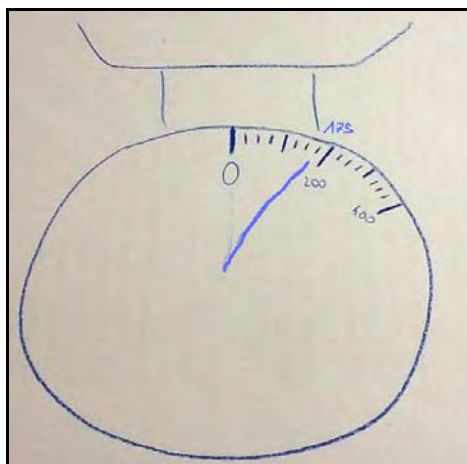
100 ml di varie sostanze hanno pesi diversi; così come ad uno stesso peso corrispondono differenti misure di volume per diverse sostanze.

In una classe molti bambini hanno riportato una misura di peso di 100 ml di sale grosso. I risultati sono tutti diversi: 100, 120, 140, 152, 160, 180, 200 grammi. Le riportiamo alla lavagna e chiediamo ai bambini cosa notano: “sono tutte diverse”; “finiscono tutti con lo zero, a parte 152”. Gli chiediamo allora da cosa possa dipendere questa grande diversità. La varietà delle risposte non è da meno alla diversità delle misure: “forse abbiamo sbagliato a vedere i 100 ml”; “forse abbiamo sbagliato a leggere la bilancia”; “forse abbiamo usato delle bilance diverse”; “le bilance non funzionavano tutte allo stesso modo”; “forse non avevamo messo bene le bilance sullo zero”; “abbiamo usato contenitori diversi per misurare i 100 ml (qualcuno era più stretto, qualcuno più largo)”; “contenitori larghi e stretti sono diversi ma l’anno scorso ne abbiamo usati diversi che misuravano tutti un litro...”

Ripetiamo insieme la misura e proviamo a vedere come tutti i fattori che i bambini hanno menzionato possano condizionare il risultato della misura.

Centriamo allora l’attenzione sul fatto che diversi strumenti possono darci diverse misure di una stessa quantità e cominciamo poi una discussione partecipata e interattiva sulla maniera corretta di utilizzare i diversi strumenti di misura (bilance e contenitori graduati) che abbiamo a disposizione. Si accenna al fatto che nella operazione di lettura della scala c’è una parte di interpretazione: bisogna essere precisi, ma ci sono comunque dei limiti qualunque sia lo strumento che stiamo utilizzando.

Misurando diverse quantità sia con la bilancia che con il contenitore graduato raffiniamo la capacità di leggere le scale graduate, raffigurandole anche alla lavagna in scala. Su alcune tacche il numero corrispondente alla lettura che possiamo effettuare è riportato esplicitamente, su altre no. Sulla bilancia ci sono tacche intermedie più grandi (tipicamente a metà tra quelle per le quali i numeri sono scritti esplicitamente) e tacche più piccole che dividono ulteriormente la scala. Lavorando sia sugli strumenti sia sui disegni alla lavagna presentiamo ai bambini situazioni diverse in cui dobbiamo ragionare per capire la lettura corretta da effettuare. I bambini ragionano il più delle volte per somme ripetute (“la prima tacca è 25, perché 25+25 fa cinquanta, più 25 fa 75 più ancora 25 fa cento”), ma introducono anche elementi della struttura moltiplicativa (con 10 tacche tra 0 e 100 qualcuno comincia a dire  $10 \times 10 = 100$ ; “anche se non c’è il numero tra 200 e 400 io dico che quella tacca vale 300 perché è a metà tra 200 e 400”).



## Seconda parte - In piccolo gruppo

I bambini si dividono in 4 gruppi e in ciascun gruppo si raccolgono dati di peso e volume di una sola sostanza. La lettura del peso sulla bilancia diventa un po' alla volta più semplice per i bambini, così come quella delle tacche del becher.



### 3<sup>a</sup> Attività (circa 1h e 30')

Si continua a lavorare sulla lettura delle scale. I bambini divisi in piccoli gruppi effettuano a turno centralmente misure di peso e volume di un solo materiale spiegando strategie e procedure di misura agli altri gruppi che sono nei banchi. La richiesta al gruppo centrale è di commentare ad alta voce tutte le operazioni che fanno, lavorando in maniera collaborativa. Lasciamo i bambini discutere la corretta lettura delle scale. Per i gruppi che non lavorano centralmente abbiamo approntato una scheda che contiene una riproduzione grafica delle scale graduate di bilancia e cilindro e una tabella riassuntiva (con due colonne: una per il peso, l'altra per il volume) dove raccogliere tutti i dati. A turno un gruppo fa misure centralmente (con un solo materiale) tutti gli altri devono, sulla scheda, riportare le misure in tabella e disegnare le corrispondenti posizioni degli indici sulle scale graduate.



Mentre il gruppo centrale lavora e gli altri annotano le misure, la discussione dei problemi che via via emergono viene portata avanti in maniera collettiva. I conduttori "controllano" che le misure siano effettuate in maniera corretta (lettura, posizione di lettura, disposizione dei granelli); e controllano anche che gli altri da posto stiano annotando correttamente le misure. Alla fine si ottengono rappresentazioni di misure relative a 4-5 diversi materiali.







Si ritorna su una serie di questioni già discusse: il fatto che il volume misurato in ml coincida col peso misurato in g è caratteristico solo dell'acqua; per misurare accuratamente il volume dei granulari dobbiamo scuotere il contenitore per livellare il "pelo" del materiale, etc.

L'attenzione è però ancora soprattutto centrata sul modo corretto di leggere le "tacche piccole" sulle scale graduate. Ragionando in parallelo sulla lettura delle scale graduate e sulle tabelle, che stiamo utilizzando per la prima volta in maniera sistematica, cominciamo a introdurre elementi di struttura proporzionale provando a fare previsioni su misure che non abbiamo ancora effettuato (se faccio una moltiplicazione per il peso mi aspetto di dover fare la stessa per il volume: 2, 3, 5 volte...).

I calcoli sono difficili per tutti e si continua per lo più a ragionare in termini additivi, se non nei casi in cui bisogna fare il doppio o la metà che tutti controllano più agevolmente. Utilizzando le biglie ci cimentiamo anche nel fare questo tipo di estrapolazioni ragionando in termini discreti: come possiamo calcolare il peso e il volume di una biglia da quello di molte e viceversa?

Continuiamo anche a ragionare sul perché le misure non rispecchiano perfettamente le nostre previsioni, accennando argomentazioni sempre più sofisticate sia sugli errori di misura e sia sull'idea di modellizzazione.

Alla fine dell'attività raccogliamo le misure annotate da tutti per poi poterle rielaborare negli incontri successivi in cui si comincerà a discutere dei modi di rappresentare i dati.

Ai ragazzi delle medie chiediamo di provare a elaborare dei grafici cartesiani a partire dai dati che abbiamo raccolto in tabella.

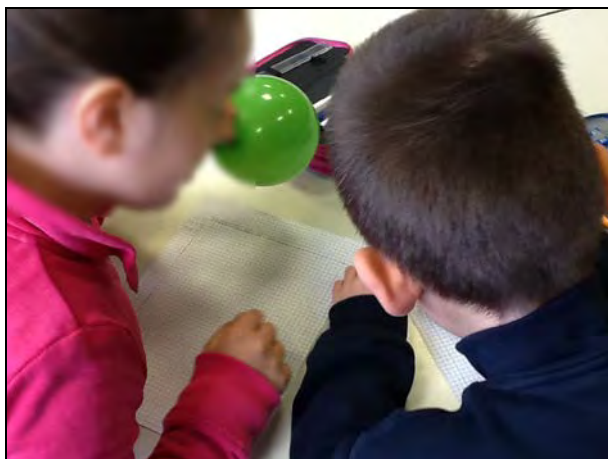
#### **4ª Attività (circa 1h e 30')**

Vogliamo cominciare a mettere in campo con tutti l'uso dei grafici cartesiani per rappresentare i dati che abbiamo raccolto. In alcune classi, per introdurre l'uso di questo nuovo strumento ci riferiamo come modello alla tabella a doppia entrata su cui i bambini segnano le loro presenze.

L'attività che proponiamo consiste nell'usare uno strumento di questo tipo per rappresentare la storia di un palloncino al passare del tempo: partendo dal palloncino sgonfio, possiamo gonfiarlo, sgonfiarlo, lasciarlo a un certo livello di volume. Scandendo il tempo in maniera discreta (un certo numero di battiti di mani, un conteggio a alta voce a ritmo costante) o continua (guardiamo con l'orologio che siano passati un certo numero di secondi), vogliamo fermarci a intervalli regolari e, bloccando l'apertura del palloncino, osservare quanto è gonfio il palloncino in quel momento. Dobbiamo progettare una tabella a doppia entrata (o comunque uno strumento simile) che ci permetta di prendere nota delle osservazioni che facciamo.

Per fare questo, dobbiamo decidere come scandire il tempo e come rappresentare la grandezza (il volume) del palloncino. In tutte le classi, decidiamo di scandire il tempo contando a ritmo regolare. Sul modo di rappresentare il volume del palloncino si procede in maniera diversa in diverse classi.

In alcune classi i bambini lavorano a coppie (uno gonfia e sgonfia il palloncino, l'altro scandisce il tempo e prende nota di quello che succede) e si lascia libertà ai bambini di scegliere come rappresentare il volume del palloncino che cambia.

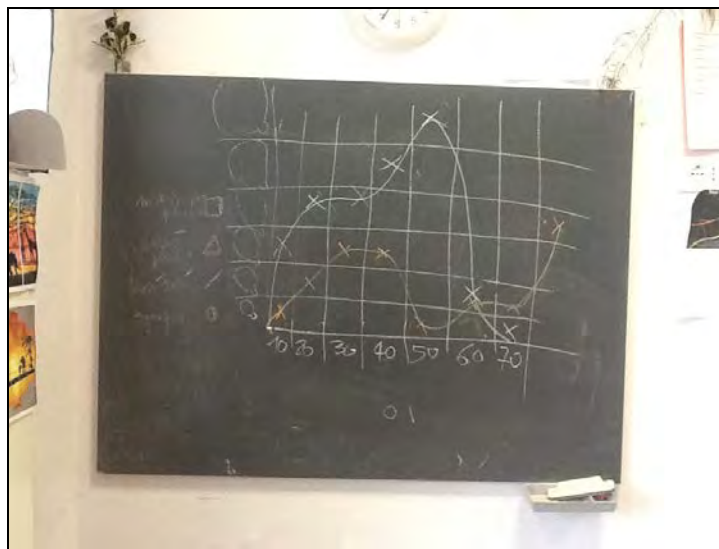


Tutti i bambini optano per rappresentazioni iconiche qualitative che in alcuni casi raffigurano il palloncino via via più gonfio, in altri usano simboli il cui significato viene specificato in una legenda. Il passare del tempo viene rappresentato dalla maggioranza dei bambini ripetendo sempre lo stesso numero (5 secondi, che vuol dire aver contato fino a cinque, nella foto qui sotto) lungo la "linea del tempo" a indicare che si è ripetuta più volte l'operazione di conteggio fino a un certo numero.



Prendendo spunto dal modo in cui usano la tabella a doppia entrata, i bambini mettono questi numeri che scandiscono il trascorrere del tempo su un asse orizzontale e i simboli per il volume su un asse verticale, mettendo poi delle crocette agli opportuni incroci della griglia per annotare le loro osservazioni.

Una volta che i bambini hanno riempito le loro tabelle, ragioniamo su quanto i segni che hanno rappresentato nelle tabelle raccontino ciò che effettivamente è successo. Scegliamo alcune delle rappresentazioni proposte dai bambini per provare a raccontare la “storia del palloncino”.



Ci accordiamo sull'utilizzo della rappresentazione iconica della dimensione (del volume) del palloncino e sul rappresentare il passare del tempo con un numero che cresce progressivamente. Come stimolo per utilizzare questa “tabella” per raccontare la storia del palloncino i conduttori tracciano una linea continua che passa per le crocette segnate agli incroci.

I bambini seguono con un dito la linea tracciata sulla lavagna e contemporaneamente raccontano quello che questa rappresentazione suggerisce. Qualcuno suggerisce che la storia va letta, come le pagine di un libro, dalla prima all'ultima pagina: “bisogna partire dal numero più piccolo, perché il numero più piccolo è quello che è successo prima”.

In altre classi proviamo collettivamente a raccontare le variazioni di volume del palloncino mentre il conduttore lo gonfia, lo sgonfia e lo chiude: “sta crescendo”; “sta aumentando”; “sta diminuendo”; “non cambia”; “è il volume minimo” (il palloncino è vuoto); “c'è pochissima aria dentro”. Poi si passa a provare a usare un grafico cartesiano come supporto per “scrivere” questa narrazione: mentre qualcuno conta per scandire il tempo, qualcuno gonfia/sgonfia/chiude il palloncino e il conduttore disegna sul grafico volume/tempo una linea che descrive qualitativamente le trasformazioni del palloncino (“Hai fatto una scala”). L'attenzione si centra sul modo in cui è fatto il grafico negli intervalli di tempo in cui il volume del palloncino cresce, resta costante o diminuisce. Il passo successivo è di provare a confrontare qualitativamente il volume del palloncino con quello che si può misurare con un cilindro graduato. Facendo una stima qualitativa di questo tipo possiamo dire ad esempio che il massimo volume che riusciamo a raggiungere è vicino al fondo scala del cilindro, ossia 2000 ml e poi ragionare per confronto per

stabilire analoghe stime del volume d'aria contenuto nel palloncino in diversi momenti. Così facendo possiamo quantificare l'andamento qualitativo disegnato sul grafico e cominciare a operare stime delle variazioni di volume avvenute in un certo intervallo di tempo e, in un secondo momento, cominciare a tentare interpolazioni per ricostruire valori approssimativi del volume del palloncino in certi istanti di tempo in cui non lo stavamo osservando. Per chiarire ulteriormente il tipo di lavoro che si sta facendo, possiamo fare questa operazione di quantificazione in parallelo sul grafico e su una tabella che rappresenta coppie di valori tempo/volume. Si sperimentano centralmente varie "traduzioni" su grafico e tabella invertendo i ruoli: stavolta è il conduttore a gonfiare e sgonfiare il palloncino (mentre qualcuno scandisce il tempo che passa) e sono i bambini a tracciare il grafico.

In tutte le classi, prendendo spunto da questo lavoro sul palloncino proviamo a introdurre l'uso di un grafico cartesiano come strumento che ci aiuta a rappresentare i dati che abbiamo raccolto insieme nelle attività precedenti su pesi e volumi delle sostanze.

Proponiamo allora di realizzare una "tabella a doppia entrata" in cui in una direzione c'è il peso e nell'altra c'è volume. Stavolta dobbiamo riportare dei numeri su entrambe le linee e ci mettiamo a ragionare su quale possa essere una maniera efficace di fare questa operazione.

Prendendo la tabella dei dati dell'acqua, osserviamo che una scelta ragionevole è riportare numeri (misure di peso in grammi e volume in millilitri) che arrivano fino a 2000 (il becher da 2000 ml è il più grande di cui disponiamo), anche per favorire un immediato confronto tra acqua e altri materiali. Conveniamo allora che è opportuno fare in modo che 2000 sia il nostro "fondoscala", ossia il numero che mettiamo alla fine della linea su cui riportiamo i dati (cioè 2000 millilitri e 2000 grammi).

Dopodiché dobbiamo accordarci sul modo di segnare i passi intermedi che ci portano a questo fondoscala. Per fare questo ragioniamo in analogia con quello che abbiamo imparato nella lettura delle scale degli strumenti di misura. L'asse del grafico è in qualche modo proprio una riproduzione della scala dello strumento. Ma, sottolineiamo, non c'è nessuna regola che ci obblighi a progettare il nostro asse in maniera data, se non quella di non complicare troppo il lavoro di trascrizione dei dati dalla tabella al grafico.

Su quale sia poi il modo di operare questa trascrizione/traduzione chiediamo ai bambini. Alcuni di loro lo conoscono già (l'hanno sperimentato coi genitori a casa quelli delle elementari; lo fanno a scuola quelli delle medie): la tecnica del tracciare le parallele agli assi in corrispondenza dei valori e di trovare il punto di incrocio tra queste per trovare un punto che rappresenta una coppia di dati (una riga della tabella). Lasciamo che siano loro a spiegare agli altri come si operi la trascrizione.

A questo punto chiediamo a tutti di provare a rappresentare su un grafico cartesiano le tabelle dei dati che abbiamo raccolto insieme.

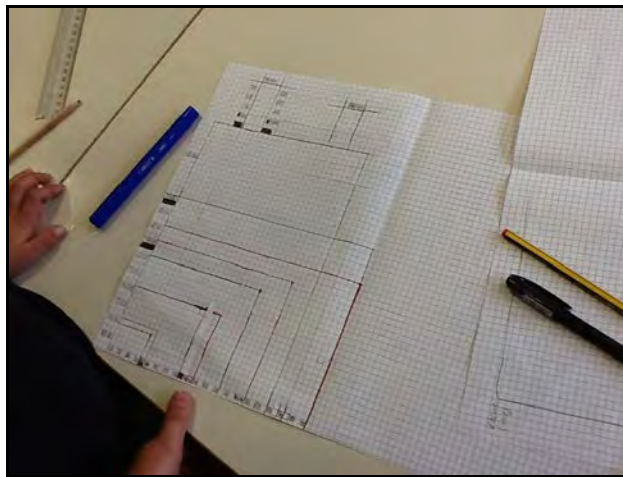


Il problema è segnare sul grafico numeri che non abbiamo messo nella nostra scala. Che è poi un problema simile a leggere le tacche piccole sulla bilancia (lo dicono i bambini). Come si segnano “tacche” che non ci sono? La cosa che viene più semplice è mettere delle tacche in mezzo tra altre che abbiamo già messo:

- “Come si segna 220?” - “Possiamo dividere a metà... ..ma così c’è la tacca del 225 in mezzo tra 200 e 250” - “Allora possiamo dividere in 5”.

Si lavora a sottolineare che per fare bene questo lavoro, i passi devono essere tutti uguali. Il problema ritorna quando discutiamo dei grafici che hanno prodotto i bambini:

“ma come hai fatto a stabilire che è proprio quella la misura giusta?” chiede a un certo punto un bambino ai compagni che hanno messo un punto intermedio tra due tacche “note” senza rispettare la regola dell’uniformità: “avete fatto lo spazio tra il 400 e il 450 uguale a quello tra il 450 e il 470! [...] così la misura non è accurata!”



Chiamando a turno i bambini a raccontare quello che hanno fatto, si continua a lavorare alla lettura del grafico, al riconoscimento della struttura proporzionale (“raddoppia uno e raddoppia anche l’altro”) e al lavoro di estrapolazione e interpolazione. La maggior parte dei bambini continua a ragionare in termini additivi per argomentare sulle previsioni.

Interessantissimo un passaggio nel quale proviamo a leggere il nuovo grafico come leggevamo quello del palloncino, ossia come se fosse una “storia”: sul grafico peso/volume del sale grosso che ha un terzo punto decisamente non allineato coi primi due e con l’origine, un bambino commenta: “per essere una vera storia, la linea dovrebbe essere dritta” e un altro gli risponde che “nelle storie dei palloncini c’erano linee curve” e il primo ancora: “e poi questa storia non finisce, perché posso pesare le quantità che voglio...”. Questi spunti sul senso del modello/storia verranno poi ripresi nel seguito.

### **5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> Attività (circa 1h e 30’ ciascuna)**

Nelle due attività successive si continua a lavorare (con una modalità di discussione partecipata su operazioni di misura e rappresentazioni che vengono realizzate centralmente) sui grafici cartesiani, mettendo in luce le caratteristiche della struttura proporzionale che possiamo osservare sia nel grafico che nella tabella.

Si prendono misure, si riportano dati e si fanno congetture su come i dati dovrebbero apparire se non fossero soggetti agli errori di misura che inevitabilmente commettiamo. Chiediamo a tutti di fare previsioni e di argomentarle, come negli esempi che riportiamo qui sotto:

“Se da 200 ml passo a 400 ml, da 220 g passo a 440 g, perché sommo le stesse quantità”

Qualcuno dice che quando passo a 600 ml devo aggiungere 440 g: ci si confonde sul modo di fare i “passi”. Gli studenti delle medie ci aiutano a spostare l’attenzione da ragionamenti di tipo additivo a ragionamenti di tipo moltiplicativo, usando argomentazioni basate sul doppio, il triplo, il quadruplo.

Proviamo a sparigliare chiedendo una previsione per 300 ml:

“330g!, se mettiamo 100 ml in più dobbiamo aggiungere 110 g”, dice un bambino delle elementari senza però saper spiegare perché; qualcun altro commenta che “per fare il passo da 200 ml a 300 ml aggiungiamo la metà di 200 e allora per il peso dobbiamo aggiungere la metà di 220 cioè 110 e arriviamo a 330 g”.

Quando mettiamo i punti sul grafico continuiamo a fare gli stessi ragionamenti per aggiustare le scale che abbiamo scelto in modo da poter riportare i dati che abbiamo a disposizione. Si centra l’attenzione sull’uniformità dei segni che fanno salti uguali e sulle giuste proporzioni tra salti diversi (discorso già fatto nell’incontro precedente). Si continua a confrontare questo lavoro col lavoro di lettura della scala della bilancia. Diversi bambini fanno diverse scelte su come scegliere i passi sull’asse (10 g, 20 g, 25 g). Discutiamo che questa scelta può essere determinata dai diversi dati che devo riportare sul grafico. Si ragiona anche sul fatto che non è necessario usare la stessa ampiezza delle divisioni sui due assi del grafico cartesiano.

Ragioniamo sul fatto che tracciare la retta che passa (approssimativamente) per i punti che rappresentano le nostre misure ci aiuta a fare proprio quelle previsioni che stavamo facendo ragionando sui numeri della tabella. Usiamo il metodo grafico e confrontiamo i risultati ottenuti con quelli che trovavamo con le tabelle.

Confrontiamo le linee di diverse materiali tracciate sullo stesso grafico (per esempio sale e acqua) e cominciamo a discutere di un possibile confronto tra “peso del sale” e “peso dell’acqua”. Il ragionamento si sposta naturalmente sul confronto di pesi a parità di volume e cioè su una definizione di peso specifico, che i bambini non controllano ancora bene, ma che cominciano a intravedere. In particolare lavorando sul grafico: “si vede che è più pesante perché è più in alto” (grafico P/V tracciando una qualunque linea di volume costante, vedi appendice). Lavoriamo a perfezionare questa tecnica. E cominciamo ad abbozzare come dovrebbe essere fatta la linea di un materiale “più leggero” dell’acqua. Le previsioni dei bambini vanno nella giusta direzione.

Nella seconda attività ripetiamo il tutto a partire da nuove misure che effettuiamo in classe, concentrandoci su acqua, biglie e palline di polistirolo. Proviamo così a ricapitolare tutte le cose che abbiamo imparato a fare e a intraprendere i primi passi verso una possibile modellizzazione del galleggiamento in acqua (le biglie affondano, il polistirolo galleggia... ..perché? Come c’entrano il peso e il volume?)

L’uso delle biglie e delle palline di polistirolo ci offre anche lo spunto per ragionare su le relazioni di proporzionalità tra una variabile discreta (il numero di oggetti) e una continua (il peso o il volume di uno o più oggetti).

## 7<sup>a</sup> Attività (circa 1h e 30')

In tutte le classi si continua a lavorare su pesi e volumi, concentrandoci sulle biglie e provando a fare interpolazioni e estrapolazioni su numero di biglie, pesi e volumi, riempiendo spazi vuoti nella tabella e facendo previsioni su quantità che non abbiamo misurato. Alcuni bambini continuano ad avere qualche resistenza verso il passaggio al ragionamento in termini moltiplicativi e fanno confusione applicando le regole di passaggio da una riga a un'altra della tabella: "se una biglia pesa 7 grammi quanto pesano 3 biglie?" guardando la tabella una bambina dice "da 1 a 3 ho aggiunto 2, allora a 7 devo aggiungere 2 e arrivo a 9".



In alcune delle classi, si lavora a costruire un primo abbozzo di modellizzazione del galleggiamento, ragionando su quello che succede alle cose quando le immergiamo in acqua. In una classe in particolare la discussione è incentrata su questo tema. Si comincia col discutere perché le cose affondano o galleggiano.

"Perché una nave, che è pesantissima, non affonda?"

"Forse nel mare non c'è la gravità, perché da quello che abbiamo detto se ci fosse la gravità dovrebbe affondare..."

"Ma è impossibile che non c'è gravità, se no la nave sarebbe volata per aria..."

Ci concentriamo su una pallina di polistirolo e facciamo riferimento all'esperienza comune di spingere cose che galleggiano sott'acqua e al fatto che in questa situazione, così come stiamo verificando per la pallina, si percepisce una forza che spinge verso l'alto. Una delle ragazze delle medie dà un nome a questa forza che spinge verso l'alto:

"Se la forza di gravità è più forte le cose affondano, se è più forte la forza di Archimede le cose galleggiano"

"Ah, e che cos'è questa forza di Archimede?"

"La forza di gravità ti fa scendere e la forza di Archimede ti fa salire"

"Ah, ma allora forse è la forza di Archimede che fa tenere sopra le navi..."

“Ma se la forza di Archimede spinge la nave verso l’alto, allora la nave volerebbe...”

“Se non ci fosse la forza di gravità, ma solo la forza di Archimede la nave volerebbe... ...Pensate al tiro alla fune: quand’è che le persone che tirano restano ferme”

“quando stanno in parità”

“Ho capito! La nave sta in parità, perché metà sta sopra e metà sta sotto”

“Forse è perché la forza di Archimede e la forza di gravità sono della stessa forza e per questo la barca rimane a metà”

“E perché la biglia affonda?”

“Forse perché la forza di gravità non riesce a tenere su il vetro”

Ci troviamo d’accordo sul fatto che quando le cose galleggiano le forze devono essere pari quando affondano “La forza di Archimede non riesce a pareggiare il peso”. Ma la confusione tra peso, spinte e l’interpretazione di varie situazioni che conosciamo continua. Proponiamo di concentrarci sulla pallina di polistirolo e di provare ad aiutarci con una rappresentazione iconica per spiegare quello che osserviamo. Proviamo a fare i primi tentativi di rappresentare la pallina che galleggia e le forze che agiscono su di essa. Conveniamo abbastanza rapidamente sul fatto che si possono usare delle frecce che indicano la presenza di spinte e anche la direzione in cui queste spinte si esercitano. Per distinguere le due forze diamo anche dei nomi alle frecce segnando delle lettere sulla rappresentazione.

“Come si fa a disegnare quale delle due forze è più forte?”

“Si possono fare più frecce”

“Potremmo usare dei colori, segnando in rosso qual è la forza più forte e in blu quella più debole”

“potemmo colorare le parti della pallina (quella che sta a fondo e quella che sta a galla) con questi colori”

Seguendo questo ragionamento arricchito da più proposte la parte emersa della pallina è legata alla spinta di Archimede e la parte immersa a quella di gravità e in questo caso specifico la parte emersa (e poi, conveniamo, per spiegare meglio, anche la freccia diretta verso l’alto) è quella che va colorata di rosso. I bambini associano l’estensione delle due parti (emersa e immersa) all’intensità delle forze che determinano il galleggiamento. A un certo punto si propone anche di eliminare le frecce perché l’estensione delle due parti è già di per sé un’indicazione dell’intensità delle forze.

E’ interessante il fatto che l’uso di questa rappresentazione rimette in discussione la questione del pareggio delle forze che avevamo già discusso in precedenza. Usiamo due palline che galleggiano con linee di galleggiamento molto diverse (quella di polistirolo che è quasi completamente emersa e una di gomma dura che è quasi completamente immersa) e i bambini spiegano questa differenza facendo riferimento alle diverse intensità delle due forze nei due casi.

Si ritorna a ragionare sulle frecce e ritorna in discussione il modo di rappresentare il fatto che le forze hanno diverse intensità.

“Possiamo usare una freccia più grande e una più piccola”



“Per essere precisi però dovremmo contare i centimetri”

Seguendo questa intuizione, abbozziamo un’idea secondo cui la lunghezza delle frecce deve essere in proporzione con l’intensità della forza. Anche usando questa nuova rappresentazione per la pallina di polistirolo la freccia più grande è quella associata alla spinta di Archimede e resta anche l’associazione tra questa forza (e la sua intensità) e la porzione che è sopra il pelo dell’acqua.

Per venire a capo di questo problema proponiamo di interpretare una situazione diversa sempre con la pallina di polistirolo: la teniamo a fondo con un dito, per poi lasciarla andare e farla tornare nella situazione di equilibrio iniziale.



Proviamo a usare la rappresentazione che abbiamo proposto per raccontare questa nuova situazione. In particolare proviamo a realizzare una serie di istantanee (“un film a segni”) che descrivono le varie posizioni in cui si trova la pallina dall’istante immediatamente successivo a quando non è più tenuta con la mano a quello in cui ritorna alla sua posizione naturale di galleggiamento. Il fatto che ognuna di queste istantanee debba spiegare la nuova situazione che rappresenteremo nella successiva ci aiuta a ragionare sulla relazione tra le intensità relative delle due forze in gioco e il conseguente movimento della pallina e a liberarci gradualmente dall’idea che l’intensità delle due forze siano legate alla parte immersa della pallina. Ci aiutiamo anche con una rappresentazione dello stesso tipo per una situazione diversa: un oggetto viene tirato in due direzioni con forze di intensità variabile. Il discorso resta inevitabilmente incompiuto perché ci sarebbe bisogno di un intero ciclo di attività per venirne a capo in maniera articolata.

## Incontro finale

Nell'incontro finale, realizzato circa un mese dopo la fine delle attività, abbiamo realizzato una sorta di intervista collettiva in ciascuna delle classi cercando di capire cosa fosse rimasto ai bambini dell'esperienza (riportando in classe i materiali che abbiamo usato durante tutto l'anno). All'incontro hanno partecipato solo i bambini della primaria. Abbiamo anche raccolto qualche commento (generalmente molto positivo) sulla particolarità del lavorare insieme ai ragazzi della secondaria.

Generalmente i bambini hanno mostrato di ricordare bene le esperienze e anche di aver acquisito una certa padronanza sia delle tecniche di misura che degli strumenti di rappresentazione che abbiamo usato per raffigurare e interpretare i dati raccolti. Molti bambini hanno fatto riferimento in termini positivi anche alle esperienze che hanno svolto a casa insieme ai loro genitori. In particolare ci sembra che la lettura delle scale degli strumenti di misura e il lavoro su tabelle e grafici ci abbia permesso di costruire delle basi molto solide per continuare un lavoro sulla struttura proporzionale.

Nel seguito riportiamo alcuni spunti interessanti che sono emersi dalle discussioni nelle varie classi.

### *Classe III A*

A proposito del versare le granaglie, interessante il racconto di un'esperienza fatta a casa in cui si è versato del miele "che non è né solido e nemmeno liquido" e quindi ha un comportamento intermedio ("fa una cupoletta" molto bassa) tra quello dei granulari, che fanno le *montagnelle*, e l'acqua, che fa una "goccia" che tende a espandersi lentamente.

A proposito delle misure di volume i bambini mostrano di essersi appropriati molto bene della tecnica "per differenza", come si capisce dal riferimento alla possibilità di misurare il volume di un oggetto che galleggia mandandolo a fondo con una mano anch'essa immersa nell'acqua, ma avendo cura di misurare prima il volume della mano con la stessa tecnica per poi sottrarlo. Ragioniamo anche sul fatto che la posizione della mano non cambia lo spazio che occupa e quindi non può influenzare questa misura.

Ragioniamo poi su mais e popcorn: "i popcorn sono leggeri ma occupano un sacco di spazio"; "ogni pezzo di popcorn occupa più spazio del chicco di mais, ma pesa lo stesso"; "Il popcorn pesa un pochino di più perché assorbe l'olio della padella"; "il pacco di mais pesa molto più della busta di popcorn, perché ci sono molto più chicchi nel pacco, che popcorn nella busta".

I bambini mostrano confidenza con le estrapolazioni di pesi e volumi a partire da misure già prese: se due biglie pesano 10 g allora 4 peseranno 20 g e così via e lo stesso vale per il volume, a patto che le biglie siano tutte uguali. Ci cimentiamo anche con numeri più grandi cercando di coinvolgere tutti nel fare previsioni e tutti riescono, direttamente con le moltiplicazioni o con le somme ripetute (e a volte utilizzando entrambe le operazioni: procedendo per raddoppi e poi aggiungendo quello che manca, come per esempio per calcolare peso e volume di 100 biglie a partire da quelli di 20), a venire a capo del problema.

A proposito dei ragazzi della secondaria, i bambini sottolineano che le esperienze proposte erano nuove per tutti e che è stato interessante affrontarle con il contributo diverso che veniva dai ragazzi più grandi.

### *Classe III B*

I bambini mostrano familiarità con gli ordinamenti di peso e volume, distinguendo chiaramente le due grandezze: nel passaggio da mais a popcorn è cambiato il volume ma il peso resta sostanzialmente immutato.

Rispetto alle tecniche di misura del volume, i bambini sottolineano come sia difficile misurare il volume di oggetti irregolari (perché resta dello spazio tra uno e l'altro). Per misurare il volume dei popcorn potrei misurare quello di pochi in numero (per esempio 10, cercando di farli stare compatti "mettendo le pallottole dentro i buchi, come un puzzle") e poi calcolare il volume di un grande numero noto, supponendo che il volume di un stesso numero di popcorn sia sempre sostanzialmente lo stesso.

I bambini mostrano familiarità con l'interpretazione "narrativa" dei grafici cartesiani, sapendo distinguere il significato del grafico del volume del palloncino in funzione del tempo da quelli che abbiamo utilizzato a lungo per rappresentare le misure di pesi e volumi di sostanze. A parità di volume il vetro pesa più dell'acqua che a sua volta pesa più del polistirolo.

I bambini raccontano le tabelle in cui hanno raccolto le misure di peso e volume come delle "tabelline" in cui si ha un diverso passo: per esempio 5 biglie pesano 35 g e occupano un volume di 15 ml e quindi posso calcolare il peso e il volume di 10, 15, 20 biglie e così via facendo passi di 35 g per il peso e di 15 ml per il volume. Stimolati sul modo di continuare la tabella per numeri più grandi, i bambini mostrano generalmente capacità di ragionare anche in termini moltiplicativi, anche se continuano a preferire la modalità dell'addizione ripetuta.

A proposito dell'interazione con i ragazzi delle secondarie, un commento interessante è emerso rispetto al modo diverso di approcciarsi alle attività: nel disegnare più attenzione alla geometria che alla creatività, nello scrivere l'uso di caratteri diversi.

### *Classe III C*

Sottolineiamo l'importanza di avere un termine di paragone per dire se una cosa è leggera o pesante e in particolare che un buon modo per confrontare materiali diversi può essere fare confronti di peso valutando contemporaneamente anche il volume.

Riprendiamo il discorso sulla forza di gravità e la forza di Archimede e in particolare il lavoro fatto sulla rappresentazione delle forze. I bambini mostrano di ricordare bene come gestire la rappresentazione per discutere delle diverse situazioni in cui un oggetto immerso può trovarsi in termini di equilibrio e disequilibrio di forze (la lunghezza delle frecce come rappresentazione dell'intensità delle forze). Interessante una breve discussione su dove dobbiamo posizionare una pallina di polistirolo in modo che lasciandola cadere finisca all'interno di un contenitore posto più in basso: "devi metterla sulla verticale"; per sapere dove posizionarla per essere sicuro che finisca nel contenitore, posso partire dal contenitore e spostarmi verso l'alto in verticale.

Si riprende anche il discorso della "storia del palloncino" e i bambini ricordano come abbiamo usato il grafico cartesiano come strumento per raccontare questa storia in cui il volume del palloncino può crescere, decrescere o restare uguale al passare del tempo. Prendendo spunto dalla discussione qualitativa su questo grafico, riprendiamo anche il discorso su come costruire le scale sugli assi cartesiani e anche qui i bambini mostrano di aver acquisito familiarità con questo strumento.

Qualcuno ricorda anche l'uso del grafico cartesiano per confrontare le "linee" dei diversi materiali e per confrontare il peso di stessi volumi di diversi materiali ("la linea dell'acqua sta in mezzo, le linee delle cose che galleggiano stanno da una parte e quelle delle cose che affondano stanno dall'altra; per le cose che galleggiano il volume è grande e il peso è poco"). Anche qui riprendiamo i ragionamenti sul lavoro di interpolazione e estrapolazione di nuovi dati a partire dalle misure prese: il ragionamento in termini additivi continua a sovrapporsi a quello in termini moltiplicativi, ma tutti i bambini sembrano aver sviluppato buone capacità di gestire la struttura proporzionale (In un tabella peso/volume per sapere quale volume associare a un nuovo peso aggiunto in tabella i bambini ragionano così: "a 600 g abbiamo aggiunto la metà di 300 g, e quindi a 800 ml dobbiamo aggiungere la metà 400 ml").

A proposito dei ragazzi della secondaria si fa riferimento al contributo che hanno dato in termini di cose che loro sanno (per esempio la forza di Archimede) e che introdotte nelle discussioni possono aiutare a scoprire cose nuove per tutti. Qualcuno sottolinea che è importante ripetere l'esperienza cimentandosi con argomenti nuovi perché la ripetitività andrebbe a scapito della particolarità di questa situazione.

### *Classe III D*

I bambini fanno riferimento alla relazione tra peso e volume parlando di "compattezza" come contrapposta al fatto che "le cose leggere hanno dentro l'aria". Precisiamo il legame di questa idea di compattezza facendo riferimento al confronto di pesi a parità di volume per sostanze diverse.

Anche qui facciamo riferimento al confronto tra pesi e volumi di uno stesso numero di chicchi di mais e di pezzi di popcorn: il volume cambia di molto ma il peso resta praticamente invariato. A partire dalle misure di volume cominciamo anche qui un discorso sulle estrapolazioni, che i bambini controllano con una certa facilità. Ragioniamo anche sul fatto che misurare volumi di diversa entità possiamo aver bisogno di strumenti di misura diversi e in particolare di diversa sezione per fare in modo che il livello dell'acqua salga in maniera significativa.

La discussione si sposta poi sull'uso del grafico cartesiano per rappresentare le misure di peso e volume. Facciamo riferimento anzitutto al modo opportuno di scegliere le scale da utilizzare sugli assi e al fatto che quantità uguali devono essere rappresentate da segni della scala equispaziati. Anche qui si ragiona sulle interpolazioni e estrapolazioni di dati che non abbiamo né in tabella né in grafico. Ragioniamo sul fatto che l'allineamento dei punti sul grafico relativi a un singolo materiale ci aiuta a capire quale peso ci aspettiamo per un certo volume arbitrario di quel materiale. Uno dei bambini fa un ragionamento molto articolato per calcolare il volume occupato da una quantità di sale che pesa 900 grammi: "400 ml pesano 520 g, 400 diviso 4 fa 100 e 520 diviso 4 fa 130, quindi 100 ml pesano 130 g; Per arrivare a 900 ml devo fare 400 ml + 400 ml + 100 ml e quindi il peso sarà 520 g + 520 g + 130 g che fa 1170 g". A partire da questo ragionamento, che è complicato da seguire per alcuni bambini, ripetiamo il ragionamento per altre interpolazioni provando a spostare l'attenzione sul fatto che possiamo calcolare il peso di qualunque volume multiplo di 100 ml moltiplicando per il numero opportuno i 130 g di peso di 100 ml. Ricostruiamo insieme anche la maniera di fare questo stesso tipo di previsioni utilizzando il solo grafico.

A proposito dei ragazzi della secondaria i bambini fanno riferimento all'uso di un linguaggio e a modi di scrivere diversi (per esempio "l'asse delle ascisse e quello delle ordinate") oppure a modi di fare i calcoli diversi.

## **Incontro di fine anno insegnanti - ricercatori**

Alla fine dell'esperienza si è svolto un incontro tra i ricercatori e gli insegnanti della scuola primaria delle quattro classi coinvolte. Non erano presenti gli insegnanti della secondaria. Si è condivisa l'esperienza realizzata nelle diverse classi, discutendo su come è stata vissuta dai bambini, sulle ricadute in termini di apprendimento e di atteggiamenti e sulle attività che si sono svolte durante l'anno a scuola e a casa sui temi trattati. Sinteticamente le indicazioni emerse sono:

-nel complesso l'esperienza viene giudicata molto positivamente. Le attività hanno coinvolto tutti i bambini facendo emergere sensibilità e atteggiamenti anche diversi da quelli che si riscontrano, per gli stessi bambini, nelle attività "ordinarie". Il contesto diverso, la forte motivazione legata al coinvolgimento di altri adulti e di ragazzi della secondaria e all'interesse per le esperienze proposte, hanno fatto uscire fuori attitudini e comportamenti anche poco noti sorprendendo talvolta gli stessi insegnanti. In particolare

-nelle quattro classi le attività svolte con i ricercatori sono state poi riprese in modi diversi. In alcune classi il lavoro è stato basato sull'analisi dei disegni e dei grafici proponendo la rielaborazione scritta delle esperienze svolte. In una classe non c'è stata la possibilità di riprendere le attività per problemi organizzativi anche legati alla carenza degli spazi. In una classe le attività sono state riprese anche sperimentalmente con l'utilizzo di materiali diversi da quelli utilizzati nelle attività con i ricercatori. Alcune attività sono state riprese nel campo scuola.

-la ricaduta sembra significativa su diversi aspetti, la discussione, parte integrante di tutte le attività sperimentali con la richiesta di interpretare fatti e risultati, ha ulteriormente sviluppato la voglia di confrontarsi su interpretazioni e soluzioni ai problemi posti anche in altri contesti.

-le attività sperimentali svolte a casa con il coinvolgimento dei genitori, seppure impegnative, sono risultate efficaci e hanno proposto un modo diverso per vivere a casa le esperienze scolastiche. In particolare l'attenzione alla manualità offre spunti per ripensare al gioco che sempre più si orientato al digitale.

- le attività laboratoriali hanno avuto un impatto significativo sui comportamenti dei bambini in particolare in relazione con gli altri e con gli oggetti utilizzati. E' come se "l'intelligenza della mano si trasferisse al cervello". I bambini in generale hanno paura di sbagliare, l'attività sperimentale educa a imparare dai tentativi e dagli errori. "il fallimento può farti venire voglia di riprovare". A proposito delle diversità, è estremamente istruttivo, nelle dinamiche di classe, osservare che il bambino normodotato non è "protetto" dai possibili errori, ciò permette al "diversamente abile" di mettersi in gioco su un piano di parità e quindi di interagire con maggiore efficacia e con meno timori. Il contare, il misurare e l'utilizzare oggetti in modo mirato hanno toccato competenze trasversali, mettendo alla prova capacità di controllo e coordinazione.

-la richiesta di descrivere fenomeni, relazioni tra grandezze, e oggetti attraverso disegni, tabelle e grafici ha aiutato nell'organizzazione spaziale e nella multi - rappresentazione

-le attività hanno inciso sulle capacità linguistiche con l'arricchimento del vocabolario e soprattutto con il gioco sul significato e l'uso convenzionale delle parole.

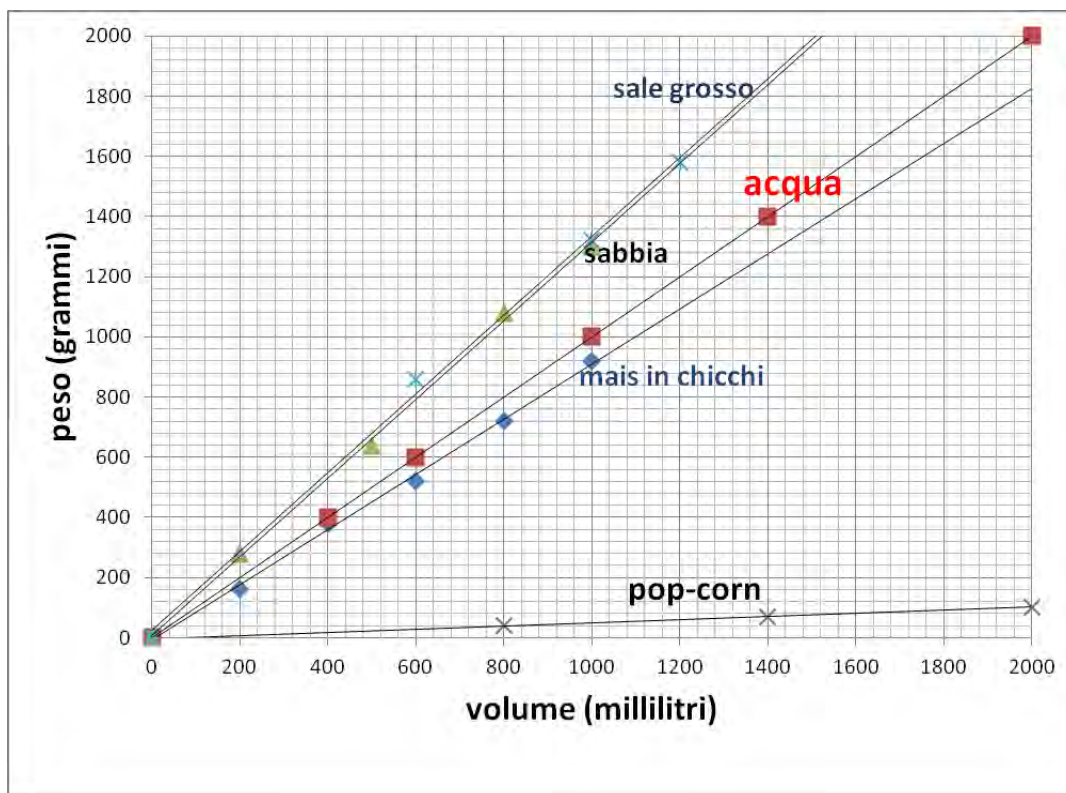
- l'organizzazione delle attività con il coinvolgimento dei due livelli scolari è risultata molto faticosa sia per la gestione dell'orario sia per il tempo richiesto alle uscite dei bambini

-le abilità e le capacità messe in campo non sembrano misurabili con i test delle prove INVALSI che saranno boicottate. Nello stesso tempo si sente l'esigenza di valutare con criteri diversi l'efficacia delle esperienze realizzate.

## Appendice - Misure effettuate nella 3ª attività

A titolo di esempio si riportano in tabella e in grafico i dati raccolti durante la terza attività in una delle classi. La tabella e il grafico sono stati elaborati con il foglio elettronico dai conduttori e discussi con gli insegnanti con l'intenzione di coinvolgere i bambini nel prossimo anno scolastico nel laboratorio di informatica per rivisitare l'esperienza svolta.

	mais	acqua	sabbia	pop-corn	sale-grosso
volume (ml)	peso(g)	peso(g)	peso(g)	peso(g)	peso(g)
0	0	0	0	0	0
200	160		280		
400	380	400			
600	520	600			860
500			640		
800	720		1080	40	
1000	920	1000	1300		1320
1200					1580
1400		1400		70	
1600					
1800					
2000		2000		100	
3000				160	



Le rette dei materiali che galleggiano sull'acqua hanno una pendenza minore di quella della retta dell'acqua