

LA MINIERA D'ORO DELLA BESSA

da una gita spunti per introdurre il concetto di «densità»

di Claudia Finzi*

Ogni occasione d'incontro con il mondo della natura può fornire spunti per attività interessanti quando insegnanti e allievi sono coinvolti in un'esperienza di conoscenza. Così una gita non si riduce a un momento di evasione, ma diventa possibilità di un approfondimento disciplinare specifico suggerito dalle domande degli allievi. E un concetto spesso ostico come la «densità» può diventare più accessibile se affrontato a partire da esperienze dirette.

Da qualche anno, durante le prime settimane di scuola, gli insegnanti propongono alle classi prime una uscita didattica allo scopo di introdurre al lavoro di osservazione, descrizione e classificazione sia in ambito scientifico che nell'ambito delle altre discipline.

Tutto ciò che c'è intorno a noi merita di essere «guardato» più seriamente di quanto siamo abituati a fare: osservare la realtà per poterne riconoscere positività e bellezza è infatti un obiettivo primario della classe prima della secondaria di primo grado. In particolare in ambito scientifico si tratta in primo luogo di far percepire la realtà naturale come dato di cui riconoscere la complessità e poi di far cogliere elementi comuni per evidenziarne l'ordine intrinseco.

Quest'anno l'uscita didattica si è svolta presso la miniera d'oro della Bessa, una miniera a cielo aperto costruita dai romani e situata nel Piemonte settentrionale allo sbocco della Valle d'Aosta e alla base delle pendici meridionali delle Alpi Biellesi, in provincia di Biella.

In questo ambiente suggestivo, oltre a vedere il museo e visitare la miniera, siamo stati aiutati dagli appartenenti all'Associazione dei

*Docente di Matematica e Scienze nella Scuola Secondaria di primo grado "Paolo VI" di Rho. L'attività descritta è stata presentata e discussa nel gruppo di ricerca *Educare insegnando* promosso dall'Associazione "Il rischio educativo".

Estrazione dell'oro durante l'uscita didattica al parco della Bessa





cercatori d'oro a estrarre l'oro dal greto del torrente Elvo, col semplice ausilio di una batea, una «padella» di plastica munita di scanalature altrimenti dette trappole. La terra, che si presuppone «carica» di oro, viene raccolta in essa, successivamente si lascia entrare l'acqua del fiume e con movimenti opportuni si favorisce il dilavamento della sabbia e dei materiali meno densi.



Restano intrappolati i materiali più densi, che sono oro (di colore giallo) e magnetite (di colore nero), facilmente separabili manualmente a causa della differenza del loro aspetto.

Questa esperienza, oltre a essere significativa dal punto di vista antropologico, perché è connessa alla ricerca di ciò che è prezioso e bello, ci ha dato modo di introdurre un nuovo argomento, quello delle caratteristiche della materia, in particolare massa, volume e densità, a partire dalle domande dei ragazzi su quanto sperimentato in gita.

Le domande

Ho raccolto le domande emerse durante la gita e le ho riordinate con gli alunni secondo l'occhio dello scienziato che osserva i fenomeni, azzarda ipotesi, le verifica secondo il metodo sperimentale e infine formula leggi generali.

Perché gli attrezzi per la ricerca dell'oro hanno le trappole?

Come potevamo sapere che nella terra che abbiamo preso c'era dell'oro?

Abbiamo visto al museo che l'oro ha forme diverse a seconda della provenienza; perché?

Perché l'oro e la magnetite restano intrappolate mentre la sabbia viene dilavata dall'acqua?

Sfidando i ragazzi a tentare di rispondere in particolare all'ultima domanda ho quindi cominciato un percorso che mi permettesse di mettere in evidenza alcune caratteristiche misurabili della materia, in particolare la massa e il volume, da cui partire per affrontare il concetto di densità, per molti ragazzi difficile.

Il tornare ciclicamente alla domanda iniziale all'interno del percorso ha aiutato gli studenti ad agganciare alla propria esperienza i concetti teorici relativi alle grandezze fisiche studiate.

LA BATEA

La batea è il piatto fondo usato per la ricerca dell'oro. L'oro dei depositi alluvionali (oro secondario, per distinguerlo dall'oro primario che si trova nelle miniere) si presenta sotto forma di granuli che generalmente non superano il paio di millimetri di dimensione. Raramente si hanno pagliuzze di dimensioni maggiori, ancora più raramente si può trovare una pepita.

Si è potuto mettere in relazione forma e dimensione dei granelli e delle scaglie d'oro con le località di rinvenimento, in particolare con il corso d'acqua che le ha trasportate e accumulate, tanto da permettere di fare collezioni delle diverse tipologie reperibili sul terreno.

Qualunque sia il sistema adottato sul campo per il recupero dell'oro, si sfrutta sempre la proprietà dell'elevato peso specifico, che lo porta a depositarsi al di sotto dell'altro materiale presente.

Il mezzo più diffuso è quello del piatto fondo, che può presentare diverse forme e può essere indicato con diversi nomi: padella, piatto, batea. Il termine batea ha prevalso sugli altri quando è stata possibile una fabbricazione industriale.

Il piatto tipico canavesano consiste di un disco, ottenuto dalla sezione trasversale di un tronco. Il lato di lavoro è scavato verso il centro, mentre il lato inferiore è lavorato in modo da darle una forma conica bombata. Ne risulta uno spessore variabile, piccolo sul bordo maggiore al centro.

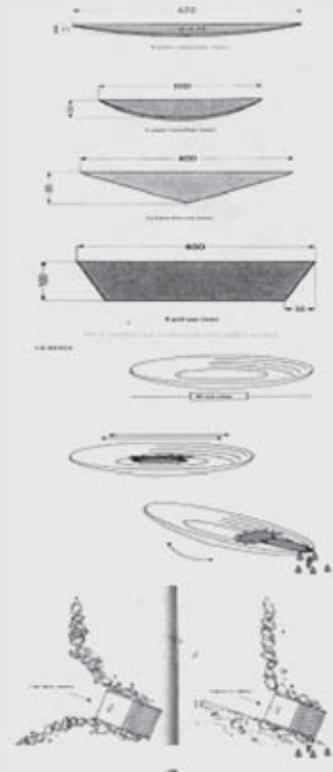
Il piatto veniva fatto stagionare nel vino sia per conferirgli resistenza all'uso nell'acqua, sia, soprattutto, per conferirgli un colore di contrasto al giallo dell'oro, per facilitare l'individuazione delle pagliuzze.

La batea è l'evoluzione del piatto. La versione corrente presenta caratteristiche vantaggiose: è costruita in plastica, è leggera e ha maggior resistenza all'usura; può essere colorata di colori di contrasto come il nero; ha un prezzo accessibilissimo; non richiede particolari cure di manutenzione; ha una forma tronco conica per facilitare il lavaggio di moderate quantità di sabbia; presenta una serie di rilievi a mezza luna su un lato mentre sull'altra parte è liscia, così da renderla adatta a diverse granulometrie e fasi di lavorazione.

La cernita dell'oro con la batea si fa nel modo seguente: si immerge la batea nel fiume con una quantità di sabbia non più di cento cc (circa un bicchiere), e le si imprimono movimenti traslatori e rotatori non bruschi. Poiché le parti più pesanti scendono sul fondo è possibile, inclinando maggiormente la batea e con alcuni movimenti più marcati, espellere la parte leggera; con la ripetizione di questa operazione sul fondo rimane una quantità esigua di polvere bagnata nella quale risaltano le eventuali presenze di oro.

Generalmente oltre all'oro si trova magnetite, che potrà essere eliminata tramite una calamita, operazione da fare una volta asciugato il ricavato. Le pagliuzze raccolte vengono conservate in fialette o in un pezzo di pelle di daino.

La ricerca dell'oro su Dora e Po è proseguita sino al 1950, oggi si fanno gare per divertimento.

**I tentativi di risposta**

Il primo tentativo è: «l'oro sta a fondo e la terra galleggia perché l'oro è "più pesante" della sabbia».

Dopo aver definito la massa come quantità di materia e aver distinto il concetto di peso dal concetto di massa abbiamo deciso che nella nostra

descrizione avremmo sempre fatto uso di questa ultima grandezza. Siccome ogni ragazzo per il lavoro di arte aveva raccolto dal greto del fiume un sasso che gli piaceva abbiamo misurato le masse dei sassi mediante la bilancia a due piatti utilizzando masse campione di pongo da noi appositamente costruite.

Compito per filo e per segno: la massa campione

Ho chiesto ai ragazzi di raccontare per iscritto, con l'aiuto di disegni, l'esperienza fatta. Ecco il racconto sintetico di una ragazza, illustrato via via dalle pagine di quaderno dei suoi compagni.

Costruiamo le masse campione con il pongo; i pezzi con lo stesso colore hanno la stessa massa. Per ogni colore ne prepariamo diversi. Costruiamo pezzi verdi (lettera V), pezzi rossi (lettera R) che hanno massa doppia di quelli verdi, pezzi neri (lettera N) che hanno massa doppia di quelli rossi, pezzi blu (lettera B) che hanno massa doppia di quelli neri. Abbiamo anche creato un pezzo arancione (lettera A) equivalente a due pezzi blu.

Grazie alla bilancia a due piatti e a del pongo colorato abbiamo realizzato una massa campione: una pallina di pongo verde (V). La massa campione è quel peso che ci farà da guida per crearne altri uguali.



Successivamente abbiamo creato una nuova massa campione che era il doppio della precedente (la stessa massa campione di prima unita a un'altra che aveva il suo stesso peso).

1 massa rossa = 2 verdi

Per differenziarla l'abbiamo fatta di pongo rosso (R) e ne abbiamo fatte un po'.



Abbiamo creato una nuova massa campione che è il doppio della precedente (della pallina rossa). Un nero uguale a due rossi e a 4 verdi. L'abbiamo fatta di pongo nero (N) per distinguerle. Ne abbiamo create alcune.

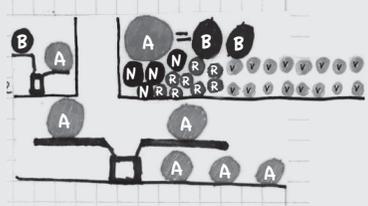


Poi abbiamo fatto una nuova massa campione che è il doppio della precedente (della pallina nera) questa volta di colore blu (B) sempre per il motivo di non confonderlo.

Poi abbiamo fatto una nuova massa campione che è il doppio della precedente (della pallina nera) questa volta di colore blu (B) sempre per il motivo di non confonderlo.



Infine abbiamo creato l'ultima massa campione che è il doppio della precedente (di quella blu) arancione (A) per non confonderla.



Potrei dire siamo andati avanti a fare masse campione sempre facendo il doppio della precedente.

A questo punto usiamo le masse campione per misurare la massa del sasso di ciascun ragazzo.

Per esempio il sasso di Giovanni è equivalente a un pezzo blu + un pezzo rosso.

Il sasso di Luca è equivalente al sasso di Giovanni + un pezzo blu + due pezzi rossi + due pezzi neri + due pezzi verdi.

Abbiamo scritto queste equivalenze:

$$R = V+V = 2V$$

$$N = R+R = (V+V)+(V+V) = 4V$$

$$B = N+N = (R+R)+(R+R) = (V+V+V+V)+(V+V+V+V) = 8V$$

$$A = B + B = (N+N) + (N+N) = (R+R+R+R) + (R+R+R+R) = (V+V+V+V+V+V+V+V)+(V+V+V+V+V+V+V+V) = 16V$$

Quindi se vogliamo calcolare quanti pezzi verdi compongono il sasso di Giovanni e quello di Luca vediamo che:
 sasso di Giovanni = $B + R = 8V + 2V = 10V$

$$\text{sasso di Luca} = \text{sasso di Giovanni} + B + 2R + 2N + 2V = 10V + 8V + 4V + 8V + 2V = 32V$$

Da questo lavoro ho capito che per misurare la massa di un sasso ci possono essere molti modi diversi ma alla fine i risultati si esprimono tutti con la massa campione verde, cioè la più piccola.

Compito per filo e per segno: misuriamo il volume con la bottiglia graduata

È stato inevitabile ritornare alla domanda iniziale: perché l'oro e la magnetite restano intrappolate mentre la sabbia viene dilavata dall'acqua?

Ma ora i ragazzi potevano fare un passo in più e circoscrivere la domanda. Abbiamo misurato la massa dei sassi, ossia abbiamo associato una massa a ogni oggetto o materiale; la sabbia, presente nel materiale prelevato dal greto ha massa maggiore di quella dell'oro che è poco.

Quindi non può essere vero che l'oro va a fondo perché ha massa maggiore della sabbia.

Si prova a dare una nuova risposta: «l'oro va a fondo e la sabbia sta sopra perché l'oro occupa più spazio della sabbia».

In un primo momento abbiamo definito il volume come spazio occupato da un oggetto o da una quantità definita di un dato materiale.

Successivamente la classe si è divisa in gruppi e abbiamo costruito uno strumento tarato per misurare il volume degli oggetti.

Ecco il racconto sintetico di un ragazzo, illustrato via via dalle pagine di quaderno dei suoi compagni.

Ho costruito uno strumento che permette di misurare il volume cioè lo spazio occupato dalla materia. Ho tagliato una bottiglia di plastica da un litro, vi ho versato la quantità di acqua contenuta in un cilindro da 100 ml e, sull'esterno della bottiglia ho segnato, con un pennarello indelebile, il livello raggiunto dal liquido.

Abbiamo utilizzato: una bottiglia di plastica; un paio di forbici, un pennarello
Abbiamo tagliato la bottiglia all'altezza del collo.

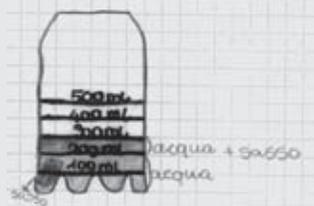
Successivamente la prof ha dato a ciascun gruppo 100 ml d'acqua da versare nella bottiglia.

Con il pennarello abbiamo segnato, su tutta la circonferenza esterna della bottiglia, il livello raggiunto dai 100 ml di acqua.

Poi ci siamo uniti a un altro gruppo e abbiamo versato anche il loro liquido nella nostra bottiglia; abbiamo segnato sulla nostra bottiglia e su quella dell'altro gruppo il livello raggiunto da 200 ml di liquido.

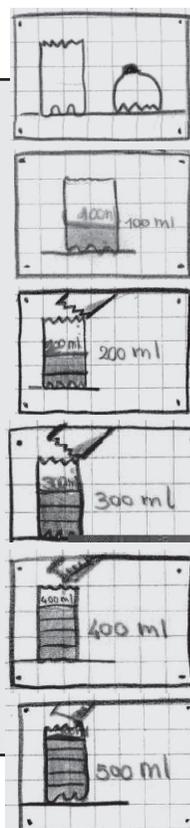
Poi abbiamo proseguito con 300 ml e così via, fino a 500 ml.

Poi abbiamo misurato il volume del mio sasso, la cui massa, misurata in precedenza, era di 52 verdi (V).



Prima avevo 200 ml di acqua poi, col sasso immerso il livello è arrivato a 300 ml.

Facendo $300 - 200$ ottengo 100 ml che è il volume del mio sasso.



**Compito per filo e per segno:
massa, volume e densità**

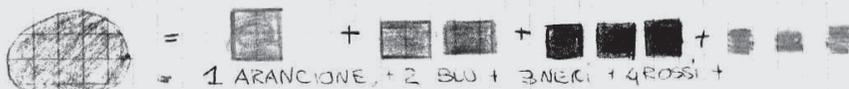
Di nuovo ho posto ai ragazzi una questione: «adesso che abbiamo capito cosa è il volume, secondo voi ha volume maggiore la sabbia che è tanta o l'oro che è poco?» Risposta: «la sabbia.» Quindi non può essere vero che l'oro va a fondo perché ha volume maggiore della sabbia.

Allora ci siamo accorti che: «ci deve essere un'altra proprietà che spiega perché l'oro va a fondo.»

Per trovare questa nuova proprietà facciamo un esperimento: ossia confrontiamo le masse di due oggetti costituiti da materiali diversi, che hanno lo stesso volume.

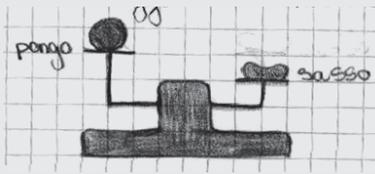
Anche in questo caso, un ragazzo racconta il lavoro in termini sintetici.

Abbiamo misurato la massa di un sasso, che è risultata $1A + 2B + 3N + 4R$, cioè 52 V (verdi).



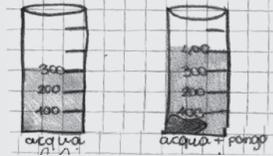
Come avevamo fatto anche in precedenza, abbiamo misurato il volume del sasso.

Poi abbiamo costruito con il pongo un oggetto che occupa lo stesso volume del sasso verificando con il contenitore graduato.



Abbiamo messo su un piatto della bilancia il sasso e sull'altro il pongo.

Abbiamo osservato che il piatto con il sasso non è allo stesso livello del piatto con il pongo.



Le due masse sono diverse: il sasso ha massa maggiore, il pongo ha massa minore. Infatti, misurando con la bilancia, la massa di quel pezzo di pongo è risultata: $1A + 1R + 2N$, cioè 26 V (verdi)



Ci siamo accorti che anche se il volume di due oggetti è uguale non è detto che la massa sia uguale.

Tra il sasso e il pongo c'è differenza di materiale.

Abbiamo trovato una nuova proprietà del materiale; si chiama densità.

Se un oggetto ha lo stesso volume di un altro ma ha massa maggiore, si dice che ha densità maggiore: dentro lo stesso volume è racchiusa una quantità di materia maggiore.

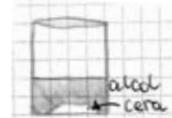
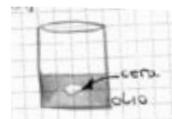
Approfondimenti: confrontare le densità di vari materiali

Gli oggetti che galleggiano sull'acqua sono meno densi dell'acqua, quelli che vanno a fondo invece sono più densi.

Abbiamo provato con vari oggetti e abbiamo visto che sull'acqua galleggiano il pezzo di legno, il pezzo di cera, un tappino di plastica, la pallina da ping pong; vanno a fondo la graffetta, la pallina da calcetto, il temperino.

E abbiamo provato anche a vedere come si comporta un pezzetto di cera immerso in liquidi diversi.

Abbiamo visto che la cera galleggia sull'acqua, resta immersa nell'olio e va a fondo nell'alcool.



Compito per filo e per segno:

l'uovo galleggia sull'acqua salata

Abbiamo eseguito due esperimenti molto simili, immergendo un uovo prima in una data quantità di acqua pura e poi in una uguale quantità di acqua salata. Così, variando una sola condizione, abbiamo dimostrato che alcuni liquidi sono più densi di altri. Infatti abbiamo visto che l'uovo immerso nell'acqua pura, va a fondo, mentre galleggia sull'acqua salata. Questo vuol dire che l'acqua salata è più densa dell'acqua non salata.

PRIMO ESPERIMENTO: IMMERSIONE DELL'UOVO IN ACQUA PURA

Cosa uso?

Un contenitore di plastica, un uovo, acqua.

Cosa faccio?

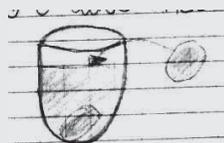
Ho riempito il contenitore con dell'acqua, ho immerso l'uovo nell'acqua

Cosa osservo?

Osservo che l'uovo va a fondo

Cosa capisco?

Il problema è la densità dell'uovo e dell'acqua. Se l'uovo va a fondo vuol dire che la sua densità è maggiore della densità dell'acqua.



SECONDO ESPERIMENTO: IMMERSIONE DELL'UOVO IN ACQUA SALATA

Cosa uso?

Un contenitore di plastica, un uovo, acqua, sale, un cucchiaino.

Cosa faccio?

Ho messo l'acqua nel contenitore, ho messo quattro cucchiaini di sale fino nell'acqua e ho mescolato per far sciogliere bene il sale. Ho immerso l'uovo nel contenitore.

Cosa osservo?

Osservo che l'uovo galleggia sull'acqua salata.

Cosa capisco?

Sappiamo che la densità dell'acqua è 1, ma il liquido che ottengo sciogliendo del sale nell'acqua ha una densità maggiore dell'acqua pura; infatti l'uovo galleggia perché ha una densità minore dell'acqua salata.



**Compito per filo e per segno:
confrontare la densità dei liquidi per costruire un densimetro**

Dopo aver dimostrato che i liquidi possono avere densità diversa, abbiamo cercato di confrontare la densità di alcuni liquidi non miscibili fra loro (olio, acqua, alcool, miele) per vedere quale ha densità maggiore (va a fondo): si vede che l'olio sta sempre a galla sull'acqua e l'alcool sull'olio, indipendentemente dalla quantità e quindi dalla massa degli stessi.

Prima abbiamo effettuato il confronto tra due sostanze: olio/acqua (olio è meno denso dell'acqua); olio/alcool (alcool è meno denso dell'olio); acqua/miele (acqua è meno densa del miele).

Infine abbiamo versato nello stesso contenitore miele, acqua, olio e alcool per osservare le differenze di densità e abbiamo verificato che i diversi li-

quindi si stratificano in base alla loro densità: l'alcool galleggia sull'olio, l'olio sull'acqua, l'acqua sul miele.

Perciò possiamo dire che:

densità alcool < densità olio < densità acqua < densità miele.

Stratificando nel contenitore i liquidi di differente densità, abbiamo costruito uno strumento (densimetro) che permette di misurare le differenze di densità fra materiali diversi. Lo abbiamo utilizzato verificando la densità di materiali diversi.

STRATIFICAZIONE DEI LIQUIDI E DENSITÀ

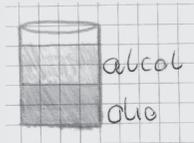
Cosa uso?

Quattro bottiglie tarate, quattro bottigliette contenenti ognuna un liquido diverso: alcool, acqua, miele e olio.

Cosa faccio/cosa osservo?

Verso nella prima bottiglia tarata prima l'olio e poi l'acqua.

Osservo che, anche se prima ho messo l'olio e poi l'acqua, l'olio è salito in superficie perché ha densità minore dell'acqua. ($d_{olio} < d_{acqua}$)



Metto dentro la seconda bottiglia tarata l'olio e poi l'alcool. In questa bottiglia è stato l'olio a rimanere sul fondo e l'alcool è salito in superficie perché l'alcool ha minor densità dell'olio. ($d_{alcool} < d_{olio}$)

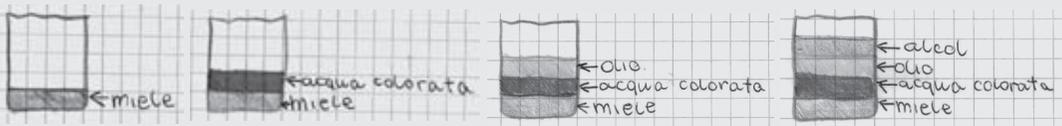


Metto dentro la terza bottiglia tarata l'acqua e poi il miele.

In questa bottiglia ho versato il miele e l'acqua, il miele ha densità maggiore allora è rimasto sul fondo ($d_{acqua} < d_{miele}$)



Dentro la quarta bottiglia tarata, in successione dal più denso al meno denso, verso tutti e quattro i liquidi: miele, acqua, olio, alcool.



In questa bottiglia i liquidi si sono sovrapposti uno all'altro

Cosa capisco?

Capisco che tutte le volte che inserivo i liquidi ognuno di essi si «spostava» diversamente a seconda della densità.

UTILIZZO DEL DENSIMETRO

Cosa uso?

Diversi piccoli oggetti fatti da materiali diversi (gessetto, pezzetto di sughero, pallina di gomma, pezzetto di cera, tappo di plastica, pallina da ping pong), una bottiglia tarata contenente quattro liquidi disposti in ordine di densità (miele, acqua, olio, alcool).

Cosa faccio?

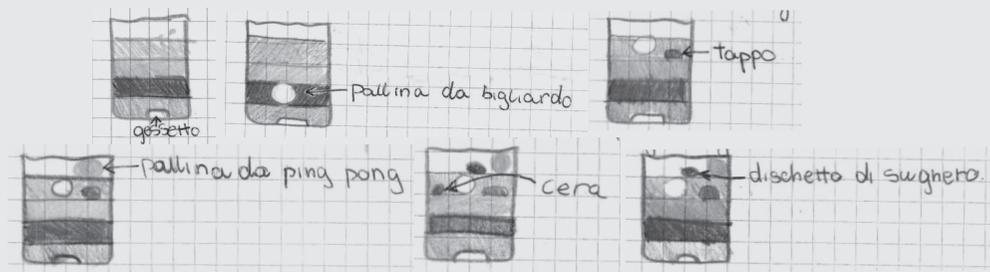
Metto dentro la bottiglia (che contiene già i quattro liquidi) i diversi oggetti.

Cosa osservo?

Osservo che ogni oggetto che introduco nella bottiglia si va a posizionare nello strato di liquido a seconda della densità dell'oggetto. (esempio: sughero sta a galla sull'alcool ed è più denso dell'olio ma meno denso dell'alcool)

Cosa capisco?

Capisco che se metto un oggetto all'interno del densimetro esso si posizionerà in uno degli strati a seconda della densità. Ci siamo accorti che: il gessetto va a fondo, la gomma galleggia sul miele ma non sull'acqua, la pallina da ping pong e la plastica galleggiano sull'acqua ma non sull'olio, la cera galleggia sull'olio ma non sull'alcool, il tappo di sughero galleggia sull'alcool.



Perciò abbiamo dedotto che: densità sughero < densità cera < densità plastica < densità gomma.

Torniamo alla domanda iniziale, riformulandola con termini più precisi: «ha densità maggiore l'oro o la sabbia?»

Dalle tabelle sulle densità pubblicate sui libri rileviamo che la densità dell'oro è molto elevata.

Abbiamo trovato il motivo: l'oro sta a fondo perché è più denso.

E sicuramente il metodo di estrazione con la batea sfrutta, fra le altre proprietà della materia, anche quella da noi descritta.

Questo è anche il motivo per cui abbiamo preso la terra dall'ansa del torrente: come sanno bene i cercatori d'oro, la concentrazione del prezioso

metallo nel terreno è maggiore lungo i bordi delle anse, dove l'acqua dilava i materiali meno densi e lascia l'oro e la magnetite.

Per concludere: verifiche e prospettive

Un primo momento di verifica sul lavoro dei ragazzi è stata la correzione delle schede degli esperimenti; dopo la correzione le ho restituite spiegando a ciascuno di loro gli errori e le imprecisioni avendo come riferimento i passi concettuali e operativi del percorso. Ho poi dedicato tempo alla ripresa orale; nelle interrogazioni ho particolarmente dato importanza alla capacità di ripercorrere assieme le tappe del percorso oltre all'utilizzo del linguaggio specifico. Ho potuto davvero osservare che nessuno degli alunni ha confuso i concetti di massa, volume e densità, come invece accade molto spesso a fronte di un apprendimento non legato all'esperienza. Un altro momento importante è stato, durante l'*Open Day* della scuola, la presentazione del lavoro svolto ai genitori, ai compagni, ai visitatori: gli studenti hanno illustrato i passi compiuti per comprendere, attraverso l'esposizione dei materiali utilizzati in gita, attraverso immagini fotografiche e cartelloni.

E hanno ideato un gioco, chiamato «gioco dell'oro» durante il quale occorre superare alcune prove tra cui, in modo significativo: stimare e verificare la massa di un sasso rispetto alle masse campione usate in classe (pongo verde, rosso e blu); stimare e verificare il volume del sasso.



Nuove domande

Dalle domande sorte alla fine di questo percorso incominciato in gita si è aperta una nuova possibilità di lavoro sintetizzabile nella domanda. «perché i corpi galleggiano?».

Questo sarà il contenuto di un percorso che è mia intenzione svolgere nel cammino scolastico del prossimo anno. ❖

INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE

- A. Manara, *La misura tra scienze e matematica*, in: *Emmeciquadro* n. 36 - agosto 2009.
M. Brizzi, *Perché i corpi galleggiano?*, in: *Emmeciquadro* n. 37 - dicembre 2009.