

Paola Papini

I MINERALI

Percorso didattico sullo studio dei minerali tramite osservazione, confronto e misurazione di alcune proprietà fisiche caratteristiche.



Gli obiettivi

Traguardo per lo sviluppo delle competenze

- L'alunno ha padronanza di tecniche di sperimentazione, di raccolta e di analisi dati, sia in situazioni di osservazione, sia in situazioni controllate di laboratorio
- L'alunno è consapevole che i minerali sono il risultato di processi naturali
- L'alunno utilizza strumenti matematico-geometrici per descrivere e rappresentare i solidi naturali come i cristalli

Obiettivi di apprendimento

- Comprendere la differenza tra stato cristallino e stato amorfo
- Conoscere i diversi processi di formazione dei minerali
- Osservare, confrontare, classificare i minerali tramite alcune proprietà caratteristiche
- Conoscere le applicazioni tecnologiche dei minerali

Il piano di svolgimento, con indicazione di: fasi, attività, modalità, strumenti, metodologie e tempi

La finalità di questo percorso di studio è che gli alunni siano consapevoli che i minerali:

- sono sostanze naturali, solide e omogenee
- sono il risultato di processi naturali
- possono essere studiati e classificati tramite alcune proprietà fisiche caratteristiche
- hanno influenzato la storia dell'Umanità

Il percorso è suddiviso in 4 fasi, così articolate: tre incontri di 2 ore ciascuno per osservare i minerali e sperimentare varie tecniche di misura sulle proprietà fisiche dei cristalli, più 2 ore per svolgere una verifica di tipo operativo.

Oltre alla possibilità di osservare, toccare e misurare bellissimi cristalli, gli alunni hanno a disposizione varie guide mineralogiche.

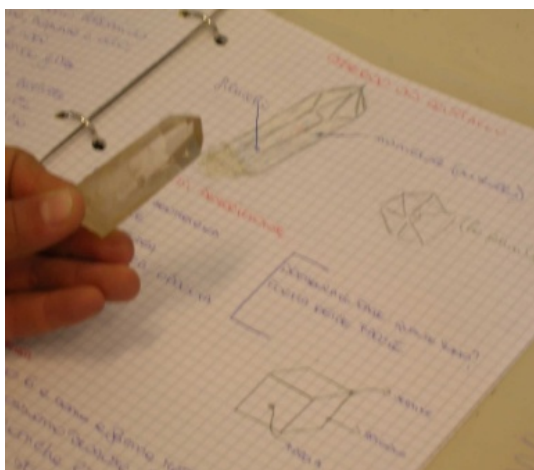
Il percorso cerca di fornire agli alunni alcuni strumenti di interpretazione dei minerali eliminando semplicistiche osservazioni e sostituendole con la ricerca di elementi diagnostici più sicuri.

I Fase

Vengono mostrati agli alunni vari cristalli in cui sia ben visibile un habitus cristallino. (È utile far osservare cristalli singoli, o gruppi di cristalli, di dimensioni visibili ad occhio nudo. Predisporre a tale scopo un certo numero di cristalli, acquistandoli nelle fiere-mercato, dove i prezzi sono contenuti, oppure negli appositi punti vendita dei musei o negozi specializzati)

Disponiamo di un discreto numero di singoli cristalli e pertanto ogni alunno può toccare e guardare da vicino diversi cristalli.

Chiedete agli alunni, suddivisi a coppie o a piccoli gruppi, di osservare e descrivere il singolo cristallo: ogni alunno documenta le proprie osservazioni.



Sicuramente, appena avuto tra le mani un cristallo, qualche alunno dirà che è stato tagliato e lucidato artificialmente. È necessario subito sottolineare che sono tutti assolutamente naturali e che l'aspetto così perfettamente geometrico dipende da un proprio ordine interno caratteristico di ogni minerale. L'insegnante spiega che la forma geometrica è data da una disposizione ordinata delle particelle (atomi o molecole) della sostanza che costituisce il minerale e tale struttura è detta reticolo cristallino. Vengono mostrate agli alunni, ma solo a titolo informativo, alcune tavole che rappresentano i reticoli cristallini dei minerali.

Vengono sottoposti all'osservazione degli alunni cristalli di quarzo, pirite, granato, biotite, muscovite, calcite, zolfo, salgemma, fluorite. Chiediamo agli alunni, che già stanno osservando i cristalli, quali siano le caratteristiche che possiamo descrivere. Vengono notate evidenti differenze di colore e forma; si annotano quindi alla lavagna e si aggiungono insieme altre caratteristiche.

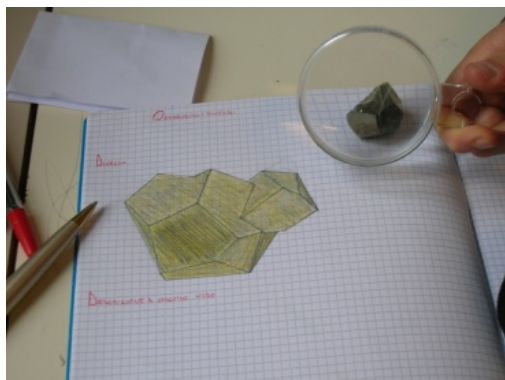
Ogni singolo cristallo viene descritto seguendo le seguenti indicazioni:

osserva i cristalli ad occhio nudo e con la lente di ingrandimento e descrivi, anche realizzando un disegno:

- Forma geometrica (presenza e numero delle facce, presenza e numero degli spigoli, forma delle facce)
- Colore
- Trasparenza o Opacità
- Lucentezza: vitrea, metallica,..
- Cristallo singolo o insieme di cristalli

Seguendo questi suggerimenti nell'osservazione gli alunni descrivono con testo e disegno i minerali di pirite con habitus cubico e rombododecaedrico, quarzo citrino e cristallo di rocca, biotite, granato.

Dalle descrizioni emerge la tipica forma poliedrica del cristallo; vengono rintracciati spigoli, vertici e forma delle facce.

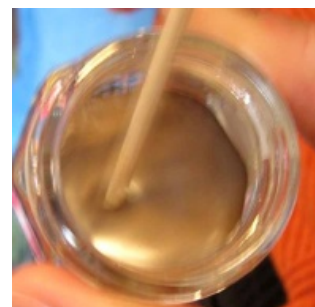


Osservare i solidi cristallini ci permette di introdurre ed evidenziare gli elementi fondamentali dei solidi geometrici, anche se non ancora affrontati in geometria. Ciò consente, oltre a disporre di una terminologia funzionale ed efficace per la descrizione dei cristalli, anche di avere un approccio concreto alla geometria solida. Si parla infatti, durante il percorso, di spigoli, facce, angoli diedri, superficie di una faccia, superfici laterali, volume.



Dopo aver osservato minerali con evidente habitus cristallino chiediamo agli alunni se conoscono minerali in forma non cristallina. I minerali infatti si possono presentare in natura anche in masse informi (come gli elementi nativi: oro, argento, rame, i quali raramente formano cristalli).

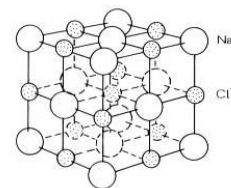
Se un minerale non ha struttura cristallina si dice che è allo stato amorfo, come ad esempio l'opale. La quasi totalità dei minerali si trova invece allo "stato cristallino" che è il vero stato solido della materia. Tra i minerali, che a pressione e temperatura ordinaria, non si trovano allo stato solido possiamo citare (in genere sono gli alunni stessi che lo ricordano) e mostrare il mercurio nativo, che è allo stato liquido (si fa notare che anche il mercurio a -39°C passa allo stato solido).



Di mercurio è sufficiente una piccola quantità, ma è per gli alunni molto interessante poter osservare il comportamento di questo liquido caratterizzato da un'alta coesione.

Dall'osservazione di alcuni cristalli dello stesso minerale i ragazzi possono notare che sono tra loro molto simili, anche se sono visibili alcune differenze.

L'insegnante mostra agli alunni delle tavole dove sono rappresentati i reticoli cristallini dei minerali osservati, precisando che questi formano cristalli sempre uguali se sottoposti alle stesse condizioni di formazione (temperatura, pressione) ma che la forma esterna può essere modificata per la presenza di altri cristalli sia dello stesso minerale che di altri minerali, oppure da piccole imperfezioni del reticolo cristallino, spesso dovute alla presenza in tracce di elementi estranei, oppure anche alle condizioni di giacitura.



Si richiamano anche i concetti relativi ai passaggi di stato e alla reversibilità di certe trasformazioni.

Per preparare una delle attività successive, vengono fornite agli alunni le istruzioni per la costruzione di un goniometro di applicazione per la misura degli angoli diedri dei cristalli.

Durante una lezione intermedia tra la prima e la seconda fase: si richiamano i concetti già affrontati in



precedenza su miscugli e soluzioni. Si effettuano in classe alcune brevi esperienze per chiarirne la differenza. Si preparano due soluzioni soprassature di cloruro di sodio e di solfato di rame e in ognuna si sospende un filo di cotone legato ad uno stecchino (il filo funzionerà da germe di cristallizzazione). In un primo momento non viene specificato agli alunni cosa accadrà, ma qualcuno degli alunni, avendo già assistito a tale esperienza, ipotizza la formazione dei cristalli. L'insegnante specifica allora che la precipitazione da una soluzione soprassatura è proprio uno dei processi di formazione dei cristalli, ma sottolinea che il processo deve essere naturale e non creato in laboratorio.

Gli alunni descrivono le esperienze e annotano le osservazioni durante la crescita dei cristalli.

II Fase

Per prima cosa si osservano le soluzioni per verificare lo stato di crescita dei cristalli: si possono già vedere con la lente piccolissimi cristalli di salgemma.



I minerali sono sostanze naturali, solide e omogenee. Il docente chiede agli alunni il significato di questi termini e si sofferma per ora sul fatto che i minerali si formano attraverso processi fisici naturali e questi sono: solidificazione, precipitazione, sublimazione.

Solidificazione: i minerali si formano per raffreddamento da un magma. Se il raffreddamento avviene lentamente si formano cristalli, se avviene con grande rapidità i minerali "solidificano" allo stato amorfo.

Sublimazione: i minerali presenti allo stato di vapore nei gas di un vulcano possono passare allo stato solido cristallizzando.

Precipitazione: più comunemente i sali minerali precipitano da soluzioni a causa della continua evaporazione, formando ad esempio i depositi di salgemma, gesso, calcare.

Le più belle cristallizzazioni si formano da fluidi idrotermali.

Viene adesso ripresa l'attività operativa sui cristalli.

Dopo aver fatto osservare cristalli di vario tipo, chiediamo agli alunni cosa differenzia i cristalli tra loro e ci permette di riconoscerli. Gli alunni rispondono per prima cosa, uno degli aspetti più appariscenti, il colore.

Collochiamo sul banco alcuni cristalli di quarzo (gli alunni non sanno che sono dello stesso minerale) di diverso colore (cristallo di rocca, quarzo citrino, quarzo affumicato, ametista, ecc) e di dimensioni diverse; alcuni sono cristalli singoli altri sono aggregati su matrice.

Chiediamo agli alunni di osservare e rilevare gli aspetti comuni e le differenze. Ogni alunno è in grado di porre l'attenzione sul colore e sull'habitus cristallino (magari con la lente), ma alcuni sottolineano le diverse dimensioni e il fatto di essere aggregati o cristalli singoli (è necessario specificare agli alunni che l'osservazione va eseguita su ogni singolo cristallo, anche se le differenze in dimensione sono notevoli).



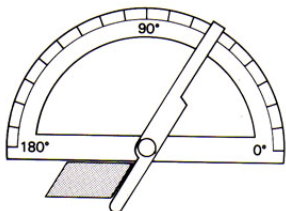
Dalle osservazioni degli alunni emergono molte differenze, tra cui naturalmente il colore, mentre la forma, se osservata attentamente con la lente anche nei cristalli più piccoli, si presenta molto simile. Dalla discussione collettiva, emerge che potrebbero essere tutti cristalli dello stesso minerale. Da ciò viene dedotto che in genere il colore non può essere preso come caratteristica distintiva, perché infatti il colore di un minerale può variare a causa di piccolissime impurezze o per deformazioni del reticolo cristallino dovute a radioattività, che possono rendere il cristallo magari più interessante per scopi decorativi (come le gemme in oreficeria).



L'habitus cristallino, invece, anche in presenza di facce cresciute in modo disomogeneo (cristalli di diverse dimensioni o più o meno allungati in una direzione), mostra aspetti caratteristici e costanti.

Chiedete agli alunni quale sia l'elemento geometrico dei cristalli che possa far riconoscere un dato minerale. Dalla geometria piana, già nota, gli alunni ricordano che nelle figure simili si mantengono costanti gli angoli, e così tutta la classe conviene nel misurare gli angoli con quello strano strumento che hanno, in precedenza o da soli o con l'insegnante di tecnologia, già costruito (e in vario modo personalizzato).

1) Gli angoli diedri



Costruzione del Goniometro di applicazione:

su un semicerchio di cartone graduato (0° - 180°), viene applicata con un fermacampioni un'alidada, come nella figura. L'asta imperniata al centro (alidada) indica sul cerchio graduato il valore dell'angolo diedro tra le due facce del cristallo appoggiate tra la base e l'alidada stessa.

I goniometri di applicazione vengono costruiti con materiale vario, non solo di cartone, ma anche adattando normali goniometri in plastica aggiungendo l'alidada in cartone o in plastica.

Procedimento:

ogni alunno, lavorando in coppia con un compagno, disegna il cristallo e cerca di individuare la forma del cristallo misurando i diedri tra le facce.

Vengono osservati e misurati i diedri di cristalli di quarzo per far sperimentare che, secondo la legge di Stenone, nei cristalli dello stesso minerale gli angoli diedri corrispondenti sono costanti. Nonostante le difficoltà derivanti da strumenti non sempre troppo affidabili (non esistono in commercio), è stato possibile confrontare varie misure angolari effettuate su cristalli di dimensioni diverse. Ogni alunno ha potuto rilevare che gli angoli diedri tra le facce sono costanti, e ciò indipendentemente dalle dimensioni dei cristalli.



Dopo che gli alunni hanno verificato, misurandoli, la costanza degli angoli diedri, l'insegnante spiega che la composizione dei cristalli di un determinato minerale è costante in tutte le sue parti (tranne piccole impurezze) e quindi alcune sue determinate proprietà fisiche rimangono costanti. Queste proprietà ci

permettono inoltre di riconoscere i diversi minerali. Le più importanti sono: il peso specifico, la durezza, la sfaldabilità e le proprietà ottiche.

Il peso specifico, di facile determinazione, permette di distinguere certi minerali senza dover ricorrere a lunghe analisi chimiche.

I ragazzi, suddivisi in gruppi, effettuano il calcolo del peso specifico di alcuni cristalli di vari minerali. Se la scuola ne è dotata viene usato il picnometro, altrimenti si utilizza la bilancia e il cilindro graduato.

Determinazione del peso Specifico

Materiali: picnometro; bilancia; acqua; cristallo

Procedimento: l'operazione richiede tre pesate: peso del picnometro pieno d'acqua (P_1); peso del cristallo (P_2); peso del picnometro contenente acqua e cristallo (P_3)

$$P_s = \frac{P_2}{P_1 + P_2 - P_3}$$

ALTERNATIVAMENTE:

Materiali: cilindro graduato; bilancia; acqua; cristallo

Procedimento: determinare il volume (V) del cristallo con il metodo del cilindro graduato; pesare il cristallo (P) e infine dal rapporto tra il peso e il volume misurati si ottiene il valore del peso specifico ($P_s = P/V$) di ogni minerale. Gli alunni, suddivisi in gruppi, effettuano misure su cristalli di quarzo, pirite e granato.



Raccolgono i dati su una tabella e infine calcolano il peso specifico per ogni cristallo.

I risultati di ogni gruppo vengono riportati in una tabella di sintesi.

Gli alunni annotano e confrontano i pesi specifici determinati, eliminando i valori fuori misura, che denotano evidenti errori nella lettura degli strumenti. Gli alunni calcolano infine la media aritmetica su tutti i valori relativi al singolo minerale. Osservano quindi sperimentalmente che i valori ad esempio del quarzo si aggirano tutti intorno a $2,7 \text{ g/cm}^3$, dimostrando e avvalorando il concetto che i minerali sono solidi omogenei.

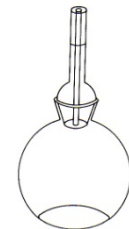
Gli alunni hanno potuto anche osservare che i cristalli di pirite con habitus pentagonododecaedrico e cubico hanno lo stesso peso specifico, nonostante l'habitus cristallino sia diverso, perché come abbiamo già detto in precedenza i minerali sono solidi omogenei e pertanto certe caratteristiche si mantengono sempre costanti.



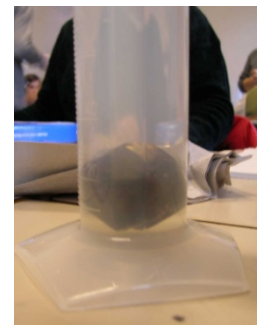
I cristalli, quindi, con lo stesso peso specifico, appartengono allo stesso minerale, mentre il loro habitus cristallino può cambiare a seconda delle condizioni di formazione.

Durante una lezione intermedia tra la seconda e la terza fase: si discute in classe sulle applicazioni tecnologiche dei minerali.

Sulla base delle loro caratteristiche fisiche, i minerali vengono utilizzati in settori molto diversi. Conducibilità elettrica: i metalli (rame, argento); effetti piezoelettrici: orologi al "quarzo"; proprietà magnetiche: minerali di ferro; materiale da costruzione: gesso, calcite (la varietà Spato d'Islanda per la birifrangenza è usata per strumenti ottici); il silicio, elemento presente in moltissimi minerali, i silicati (come il quarzo), avendo proprietà di semiconduttore, trova applicazione nel linguaggio binario dei microprocessori del computer; ecc. La storia dell'Umanità è strettamente legata ai minerali: ogni epoca ha i suoi minerali di riferimento: età del rame, età del ferro, l'età della radioattività (guerre, energia) ecc, con grandi implicazioni storiche, sociali e politiche.



Picnometro



Ogni alunno effettua piccole ricerche sull'utilizzo dei minerali nella storia dell'Uomo.

III Fase

Un'altra proprietà caratteristica dei minerali, che ci permette anche il riconoscimento, oltre il peso specifico è la Durezza, cioè la resistenza che un minerale oppone alla scalfittura. Tale fenomeno è facilmente comprensibile se reso operativo tramite un'esperienza diretta sui minerali stessi che servono da riferimento nella scala delle durezza di Mohs, i cui valori vanno da 1(talco) a 10(diamante), e i cui termini sono: talco, gesso, calcite, fluorite, apatite, ortoclasio, quarzo, topazio, corindone, diamante. La durezza si può quindi determinare per confronto con i termini della scala di Mohs.

Premettendo che ogni campione di durezza superiore riga il precedente e tutti quelli che vengono prima nella scala, l'insegnante mostra alcuni campioni di talco, gesso e fa vedere operativamente che sono rigati dall'unghia (durezza 1-2); la calcite e la fluorite sono rigati da una punta d'acciaio, come un chiodo o un coltello(3-4); l'apatite e l'ortoclasio sono invece rigati dal vetro (5-6); il vetro, infine, è rigato dal quarzo (7); dal quarzo, topazio, corindone, fino al diamante, i minerali hanno una durezza troppo elevata per essere rigati da oggetti di uso comune. Anche se non si può mostrare operativamente, si può però fare riferimento al fatto che il diamante venga comunemente usato per tagliare materiali di durezza elevata, come le gemme in oreficeria. Determinare la durezza può essere una facile prova, quando non è ben visibile l'habitus cristallino, per stabilire per esempio se è quarzo (7) o calcite (3).

Al termine di questo percorso, dopo che gli alunni hanno osservato, toccato, misurato alcuni minerali, è molto utile e stimolante una visita al **museo di Mineralogia**, dove è possibile osservare una grande varietà di cristalli per dimensioni e qualità.

La valutazione degli alunni avviene sia durante il percorso (attraverso i quaderni di lavoro) che al termine con una verifica di natura soprattutto operativa:

Osserva e descrivi un cristallo e fai su di esso le determinazioni che ritieni opportune per poterlo riconoscere con l'aiuto di una guida mineralogica.

Museo: Al termine di questo percorso, dopo che gli alunni hanno osservato, toccato, misurato alcuni minerali, è molto utile e stimolante una visita al museo di Mineralogia.

Bibliografia:

- Guido Carobbi, *Trattato di mineralogia*, 3. ed. completamente riveduta e ampliata a cura di G. P. Bernardini...et al., Firenze, USES, 1971.
- *La grande enciclopedia dei minerali*, testo di Rudolf Ďud'a e Luboš Rejl, prefazione di Giovanni Ferraris, fotografie di Dušan Slivka, [Milano], Fabbri, 1988.
- *L'insegnamento delle scienze verso un curricolo verticale : un approccio costruttivista nella scuola di base*, L'Aquila, IRSSAE, stampa 2001- , vol 1, *I fenomeni chimico-fisici*, a cura di Leonardo Barsantini e Carlo Fiorentini, L'Aquila, IRSSAE, stampa 2001.
- Claudio Mercatali, *Pianeta Terra*, Firenze, Giunti Marzocco, 1993.
- Annibale Mottana - Rodolfo Crespi - Giuseppe Liborio, *Minerali e rocce*, Milano, A. Mondadori, 1977.

- Annibale Mottana, *Le rocce e i minerali*, Santarcangelo di Romagna, Gulliver, 1995
- Chris Pellant, *Rocce e minerali*, Milano, Fabbri, 1994
- Walter Schumann, *Minerali e rocce. Guida alla ricerca, al riconoscimento e all'utilizzazione*, Roma, Gremese, 1990
- Lev S. Vygotskij, *Pensiero e linguaggio, ricerche psicologiche*, introduzione , traduzione e commento di Luciano Mecacci, 2. ed., Roma ; Bari, Laterza, 1992.
- *Vygotskij nella classe : potenziale di sviluppo e mediazione didattica*, a cura di Lisbeth Dixon-Krauss, presentazione di Andrea Canevaro, Trento, Erickson, 1998.

Paola Papini: laurea in Scienze Geologiche, docente di Matematica e Scienze nella Scuola Secondaria di I grado presso l'IC Primo Levi di Impruneta. paolageo2000@gmail.com