

Atomi, ioni o molecole? Quali sono le particelle in un reticolo cristallino? Un'indagine accurata sulle sostanze solide può fornire qualche traccia... Esperienze per il primo ciclo dell'istruzione

NADIA GASPARINETTI*

Nucleo di Ricerca Didattica, Dipartimento di Matematica e Geoscienze
Università di Trieste
fulerene@libero.it

SUNTO

L'articolo è diretto agli insegnanti di matematica e scienze nella scuola secondaria di primo grado. Contiene considerazioni e spunti di riflessione sugli obiettivi che si vogliono raggiungere con lo studio della chimica a questo livello scolastico e sulla base delle indicazioni nazionali per il curriculum. Vengono proposti esempi di attività laboratoriali condotte dall'autore. Gli studenti osservano, eseguono semplici esperimenti, formulano ipotesi, costruiscono modelli; così imparano le proprietà e le caratteristiche della crescita dei cristalli, studiano le particelle che formano i reticoli cristallini. Ci sono anche molti aspetti matematici in questo percorso. È possibile riproporre il lavoro anche solo nelle singole parti.

PAROLE CHIAVE

DIDATTICA DELLA CHIMICA / CHEMISTRY EDUCATION; SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO / MIDDLE SCHOOL; CRESCITA DEI CRISTALLI / CRYSTALS GROWTH; PARAMETRI DI CRESCITA / GROWTH PARAMETERS; SIMMETRIA ASSIALE / AXIAL SYMMETRY; TIPI DI PARTICELLE IN UN RETICOLO / TYPES PARTICLES IN A LATTICE.

1. LO STUDIO DELLA CHIMICA NELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

Lo studio della Chimica nella fascia d'età compresa tra gli 11 e i 14 anni è stata sempre oggetto di approfondita discussione¹. Spesso infatti, nelle riunioni di didattica "in verticale" o nei seminari organizzati dal CIRD dell'Università degli Studi di Trieste, i docenti di Chimica della scuola secondaria di secondo grado esprimevano

* Docente del PAS/TFA A059 dell'Università di Trieste.

¹ GASPARINETTI 2014; DALL'ANTONIA, GASPARINETTI 2011a.

la convinzione che fosse meglio evitare di fornire nozioni di Chimica nel contesto formativo della Scuola secondaria di primo grado, in quanto gli alunni non possiedono ancora le nozioni di base per affrontare alcuni argomenti e si finirebbe, quindi, per usare dei *modelli semplificativi* non sempre corretti.

D'altra parte, non si può evitare di dare alcune spiegazioni: i ragazzi seguono i programmi televisivi di divulgazione; ricevono in dono giochi e *kit* di esperimenti di Chimica; spesso leggono libri; sicuramente nel corso del triennio faranno domande sull'atomo e sul nucleare; inoltre affronteranno in terza classe l'argomento dell'energia pure con il docente di Tecnologia; saranno introdotti alle prime nozioni sull'elettricità, senza contare lo studio dei nutrienti e della fotosintesi che incontreranno nella classe seconda.

Peraltro, è sufficiente leggere con la dovuta attenzione le *Indicazioni nazionali per il curriculum* di Scienze nella Scuola secondaria di primo grado della riforma Profumo (2012) - attualmente vigente - che prevedono, al termine della classe terza, il raggiungimento di alcuni *obiettivi* per la Chimica, tra i quali:

- padroneggiare i concetti di trasformazione chimica;
- realizzare esperienze non pericolose anche con prodotti chimici di uso domestico, osservarle e
- interpretarle sulla base di semplici modelli di struttura della materia².

In questo contributo intendo, pertanto, offrire alcuni spunti di riflessione derivanti dalla mia esperienza didattica concreta nella Scuola secondaria di primo grado (v. Tabella 1). Personalmente, sono giunta alla conclusione che sia necessario fornire solo semplici nozioni sulla struttura dell'*atomo*, citando, oltre a *protoni* e *neutroni*, gli *elettroni* e soprattutto la loro "possibilità di movimento" che permette la formazione di *legami* e, quindi, di *molecole* e *ioni*. Ho sempre evitato di parlare di *orbitali* e di spiegare i vari tipi di *legami*.

² <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/8afacbd3-04e7-4a65-9d75-cec3a38ec1aa/prot7734_12_all2.pdf>.

Tabella 1. Esempio di curricolo di Chimica per la Scuola secondaria di primo grado.

	Conoscenze	Esperienze didattiche
Classe prima	<p>La struttura della materia: l'atomo. Elementi e composti (solo i più semplici e conosciuti, come: l'acqua, il diossido di carbonio, l'ammoniaca, l'acido cloridrico, il metano, spiegati con l'uso di modellini). Il sistema periodico degli elementi. Miscugli e soluzioni. Metodi di separazione delle soluzioni.</p>	<p><i>Analisi alla fiamma. Costruzione di modelli di molecole con l'uso dei materiali in laboratorio. Crescita dei cristalli. Filtrazione. Distillazione (anche con l'uso di erbe aromatiche). Uso del mortaio. Preparazione di saponi³.</i></p>
Classe seconda	<p>Semplici esempi di reazioni chimiche. Fotosintesi clorofilliana (almeno come sostanze coinvolte), respirazione cellulare e fermentazione (almeno come sostanze coinvolte e differenza dei prodotti ottenuti). Alimentazione. Protidi, glucidi, lipidi: composizione chimica e saggi di riconoscimento. Acidi e basi, gli indicatori.</p>	<p><i>Reazioni tra metallo e acido, un carbonato fatto reagire con l'acido. Estrazione della clorofilla dalle foglie. Per la respirazione: convogliare il diossido di carbonio prodotto da una persona in una provetta contenente una soluzione di idrossido di calcio e osservare la reazione; convogliare il diossido di carbonio prodotto dalla fermentazione di lievito di birra come sopra e osservare la stessa reazione. Saggi di riconoscimento delle proteine, del glucosio, dell'amido, dei lipidi. Esperimenti con gli indicatori, soprattutto quelli ricavati da vegetali, come il cavolo rosso o il tè.</i></p>
Classe terza	<p>Minerali e rocce. L'elettrolisi e le pile. Il DNA.</p>	<p><i>Alcune reazioni con campioni di rocce. Ramatura di una moneta e/o oggetto metallico. Costruzione di una pila con i vegetali (limoni, ecc.). Estrazione del DNA da un frutto o da un vegetale.</i></p>

Competenze da sviluppare	Modalità di verifica
<p>OSSERVARE COMUNICARE (utilizzando consapevolmente il linguaggio scientifico) ARGOMENTARE RISOLVERE (situazioni problematiche) INDIVIDUARE (collegamenti e relazioni) INTERPRETARE RAPPRESENTARE PROGETTARE</p>	<p>Relazioni di laboratorio. Verifiche orali. Esecuzione di semplici esperienze di laboratorio. <i>Si valutano sempre anche l'interesse e la partecipazione alle attività didattiche.</i></p>
Metodi	Ambienti educativi
<p>Lezione interattiva. Lezione frontale per fornire elementi conoscitivi in relazione ai contenuti. Apprendimento tra pari, mediante collaborazione con altre classi parallele.</p>	<p>Aula. Laboratorio di Scienze. Uscite nel territorio.</p>
Raccordi interdisciplinari	
<p>A parte alcuni contenuti che sono condivisi con il docente di Tecnologia (energia, pile), per il resto le discipline scientifiche sono raggruppate nella stessa classe di abilitazione, quindi ho sempre cercato di condividere le esperienze didattiche, più che con altre discipline, con i colleghi della classe A059, che sono in genere di formazione diversa.</p>	

³ Si veda in proposito: DALL'ANTONIA, GASPARINETTI 2011b.

Fornisco, invece, agli alunni delle classi prime una copia della *Tavola periodica* che li accompagnerà nel corso del triennio e dove troveranno, via via che le conoscenze progrediranno, tutte le informazioni loro necessarie.

Nella classe prima è sufficiente che sappiano il significato dei *simboli*, del *numero atomico* e che siano guidati all'*osservazione* di come certi *elementi* conosciuti siano vicini nella Tavola periodica (ad es. oro, argento, rame oppure sodio, potassio e calcio o, ancora, ossigeno e azoto).

Fino a pochi anni fa, a questo punto del curriculum di Scienze, eseguivo in laboratorio il "saggio alla fiamma": è una prova che affascina i ragazzi; li avvicina a qualcosa di conosciuto (i fuochi d'artificio) e li aiuta a comprendere qualcosa in più riguardo all'energia degli elettroni. Tuttavia, con le nuove *norme di sicurezza*⁴ non è praticamente più possibile attuarla; quindi utilizzo la LIM e propongo alla classe alcuni filmati reperibili in rete che illustrano la prova⁵.

Il lavoro di seguito presentato inizia nella classe prima della scuola secondaria di primo grado con lo studio dello *stato solido* della materia e si conclude in terza con un approfondimento dell'aspetto matematico della questione⁶. È frutto di vari anni di esperienze, soprattutto di collaborazioni "in verticale", non solo con i docenti della scuola secondaria di secondo grado ma anche nell'ambito del mio Istituto Comprensivo (quindi con il coinvolgimento della scuola primaria); peraltro non sempre è stato affrontato nel suo complesso come viene qui illustrato, ma può essere recepito come utile spunto anche solo nelle singole parti, a discrezione del docente.

⁴ Per un opportuno approfondimento in merito si veda: BELLINA et alii (a cura di) 2013, scaricabile dal sito web: <http://www.inail.it/internet_web/wcm/idc/groups/internet/documents/document/ucm_112670.pdf>.

Inoltre, si rinvia pure ai seguenti siti web che sono più vicini alle necessità di una classe:

<<http://www.chimica.unibo.it/it/risorse/files/lezione-sulla-sicurezza-nel-laboratorio-chimico>>;

<<http://www.chimica-online.it/download/norme-sicurezza.htm>>;

<<http://www.volta.ts.it/downloads/Sicurezza%20nel%20Laboratorio%20di%20Chimica.pdf>>.

⁵ Tali filmati sono facilmente scaricabili agli indirizzi web: <<https://www.youtube.com/watch?v=W5cbKsrq6eA>>; <<https://www.youtube.com/watch?v=qr5wbksxwt4>>.

⁶ GASPARINETTI 2007.

1.2 L'APPROCCIO ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE

Le nuove *Indicazioni nazionali* pongono l'accento soprattutto sull'attività di *laboratorio*, che «rafforza la fiducia nelle proprie capacità di pensiero,... l'apertura ad opinioni diverse...» e ancora: «la valorizzazione del pensiero spontaneo dei ragazzi consentirà di costruire nel tempo le prime formalizzazioni in modo convincente per ciascun alunno». È opportuno quindi mettere in evidenza, nel *percorso sperimentale*, i modi di ragionare e l'impostazione metodologica.

Trovo sempre utile cominciare ogni attività con *l'osservazione*. È anche opportuno spiegare da subito alla classe come si scrive una *relazione di laboratorio*: il titolo dell'esperienza, i materiali usati, l'esecuzione dell'esperimento e i risultati ottenuti, con le eventuali osservazioni.

Ciò abitua gli alunni all'utilizzo consapevole del *linguaggio specifico*, ma anche a riordinare le idee; è opportuno, inoltre, far rispettare questa abitudine ad ogni esperienza pratica. Raccogliendo le relazioni si avrà, inoltre, anche un ulteriore elemento di valutazione.

Iniziamo, allora, con l'osservazione, mediante lenti d'ingrandimento, di alcuni cristalli; all'inizio usiamo a questo scopo minerali, cristalli di solfato di rame e di cloruro di sodio e, anche, l'allume di rocca, spesso presenti tra i materiali disponibili nelle aule di Scienze o acquistabili in qualche vecchia drogheria (per il cloruro di sodio è sufficiente il sale grosso da cucina).

Non guidiamo l'osservazione; lasciamo che gli alunni operino liberamente.

Cosa osservano i ragazzi? Le risposte sono di solito le seguenti: colori diversi; aspetto lucente; notano inoltre facce simili alle figure geometriche. Prima di esaminare insieme alla classe uno alla volta tutti gli aspetti di volta in volta evidenziati, sarà opportuno proporre agli alunni di far crescere i cristalli in laboratorio. Possiamo usare le tecniche suggerite in tutti i manuali di Scienze o reperibili facilmente in rete⁷.

⁷ Si veda in proposito: <http://www.unife.it/progetti/matematicainsieme/simmetrie/testi/6_crystals.pdf>.

Molti alunni possiedono anche dei *kit* del tipo “Il piccolo chimico”, dove si trovano campioni e materiali non tossici: se si offrono di portarli a scuola, diciamo di sì. Si aumenterà così la loro autostima; saranno più interessati alle attività didattiche e sarà per noi un’occasione per proporre una lezione “tra pari”, invitandoli a spiegare alla classe il metodo usato. Tra l’altro si tratta di un’esperienza che raccoglie sempre molto successo tra gli alunni e permette di fornire i primi rudimenti sulla *vetreria* in uso e sul modo di operare, consentendo di spiegare anche le cose che si possono o non si possono fare in un laboratorio.



Figura 1. A sinistra: solfato di rame pentaidrato e anidro. A destra: fasi della preparazione dei cristalli di solfato di rame nel laboratorio di Scienze della Scuola secondaria di primo grado “Divisione Julia” (TS) (Foto: N. Gasparinetti).

In genere occorrono un paio di settimane per ottenere dei cristalli (v. Figura 1). È possibile anche dividere la soluzione di partenza e far crescere i cristalli in due contenitori diversi, mantenendo ciascuno in condizioni ambientali diverse: uno sarà messo al buio avvolto in panni di lana, in modo da raffreddarsi lentamente, mentre il secondo contenitore sarà tenuto sul tavolo del laboratorio a temperatura ambiente e alla luce: ciò dovrebbe permettere di ottenere pochi cristalli e grandi nel primo caso, piccoli e numerosi nel secondo; è un modo facile per far capire come le condizioni ambientali possano influire. Continuiamo, nel frattempo, con le nostre discussioni iniziando dal *colore*.

Se chiedete alla classe *il perché del colore*, vi diranno che dipende dalle sostanze contenute. È vero, ma non sempre è sufficiente: prendiamo, ad esempio, il solfato di rame che esiste nella forma anidra, di colore bianco-grigiastro, e pentaidrata, di un bel colore azzurro intenso (v. Figura 1). E ancora, i ragazzi usano nelle lezioni di Arte e immagine lamine di rame che sono di colore rossastro. *Come mai tre colori diversi per sostanze che contengono il rame?* Se facciamo riferimento, poi, all'*analisi alla fiamma* si vede che il rame dà sempre una bella colorazione verde-blu e che questa è presente sia nella forma idrata che anidra. *Che spiegazione diamo?*

Evidentemente l'elemento in sé non è determinante, c'è dell'altro; per provarlo aggiungiamo acqua a un campione di solfato di rame anidro e vedremo che assumerà il colore del pentaidrato: quindi è la presenza di acqua e rame che colora in azzurro e il fatto che il rame sia presente come *ione* (in classe prima si può dire solo che è "unito ad altri elementi" a formare un *composto*, evitando ancora il termine *ione*); quando invece è "da solo" (*rame nativo*) è rossastro (e corrisponde a quello che troviamo nella Tavola periodica, con simbolo Cu).

Per spiegare come l'acqua sia entrata nel solfato di rame, dobbiamo ripercorrere un po' di storia della Chimica. Anche in questo siamo confortati dalle nuove *Indicazioni*, che fanno esplicito riferimento, tra i *Traguardi per lo sviluppo delle competenze al termine della Scuola secondaria di primo grado*, al «collegare lo sviluppo delle scienze alla storia dell'uomo»; così negli ultimi anni tutti i nuovi testi di Scienze per la scuola secondaria di primo grado si sono adeguati e hanno introdotto delle pagine dedicate alla storia delle scoperte scientifiche e alla vita degli scienziati.

Parliamo quindi di Robert Hooke (1635-1703). Lo scienziato inglese - noto per le osservazioni con il primo rudimentale microscopio e, più avanti, nella scuola secondaria di secondo grado, per la *legge elastica* - studiò anche i cristalli e la loro crescita, che spiegò introducendo il concetto di "sferule" o "globuli" di minerale⁸.

⁸ GASPARINETTI 2007; <<http://unica2.unica.it/~corrias/ANNA/Didattica/lezioni-cristallografia.pdf>>.



Figura 2. Le *forme di Hooke* riprodotte in classe (Foto: N. Gasparinetti).

Questi, tutti uguali, si disporrebbero seguendo regole geometriche e formando solo certe figure, riprodotte dai miei alunni usando sferette di carta colorata (v. Figura 2). Come si vede, compaiono solo certe figure: l'esagono regolare, il trapezio, il triangolo, il rombo (in generale un parallelogramma).

A questo punto facciamo un po' di matematica e chiediamo ai ragazzi di trovare una regola che possa dirci con certezza le figure possibili; basta che provino a rispondere alla seguente domanda (magari assegnata come compito domestico, coinvolgendo nella discussione e nel ragionamento anche i familiari...): *Quali forme possono avere le mattonelle con cui pavimentare la vostra cucina, volendo usare mattonelle tutte uguali e senza lasciare spazi vuoti?*

Verrà fuori che sono proprio le *forme di Hooke* e la regola, che troveranno con un po' del vostro aiuto, è che si tratta di «poligoni con angoli interni di ampiezza pari a un sottomultiplo di 360° ». L'esagono regolare ha gli angoli ampi ciascuno 120° , il triangolo equilatero 60° , il quadrato e il rettangolo 90° e così via. La regola si applica pure al trapezio e al parallelogramma, perché gli angoli adiacenti sono supplementari (quindi 180° , sottomultiplo di 360°). È per questo che si possono usare mattonelle esagonali, ma non pentagonali e/o ottagonali, in quanto rimarrebbero spazi vuoti⁹.

Un buon esercizio, specie in presenza di alunni con disabilità o con certificazione DSA, è quello di disegnare su cartoncino e poi ritagliare le figure geometriche sopra citate e

⁹ RIPPA 1980.

quindi esercitarsi sulle combinazioni. L'idea mi venne da un genitore di un'alunna con grave disabilità, che preparò a casa alcune figure per aiutare la figlia a comprendere meglio il problema. Se a questo punto del percorso scolastico fosse ancora prematuro disegnare con le regole per la costruzione dei poligoni regolari (ma spesso i docenti di Tecnologia trattano l'argomento già nei primi mesi del primo anno), si possono usare gli strumenti per il disegno, che riportano le sagome di varie figure.

Con l'aiuto di immagini, facilmente scaricabili dalla rete¹⁰, si può anche dimostrare agli alunni in che modo le molecole d'acqua si dispongono nello spazio per dare origine a cristalli di ghiaccio di forma esagonale.

Poniamo ora questa domanda alla classe: *quando crescono gli altri strati di "sferule", come si dispongono?* Seguendo i suggerimenti di Hooke e, dopo aver fatto varie manipolazioni e tentativi con le sferule, i ragazzi troveranno, ad esempio per il trapezio, due possibilità: *che differenza c'è? Può essere importante?*

Dalle immagini risulta chiaro che alcune molecole e/o atomi possono o non possono entrare negli spazi esistenti, a seconda delle dimensioni. È così che può entrare anche l'acqua, come abbiamo visto nel caso del solfato di rame. È così che entrano altri elementi in strutture cristalline (v. Figura 3).

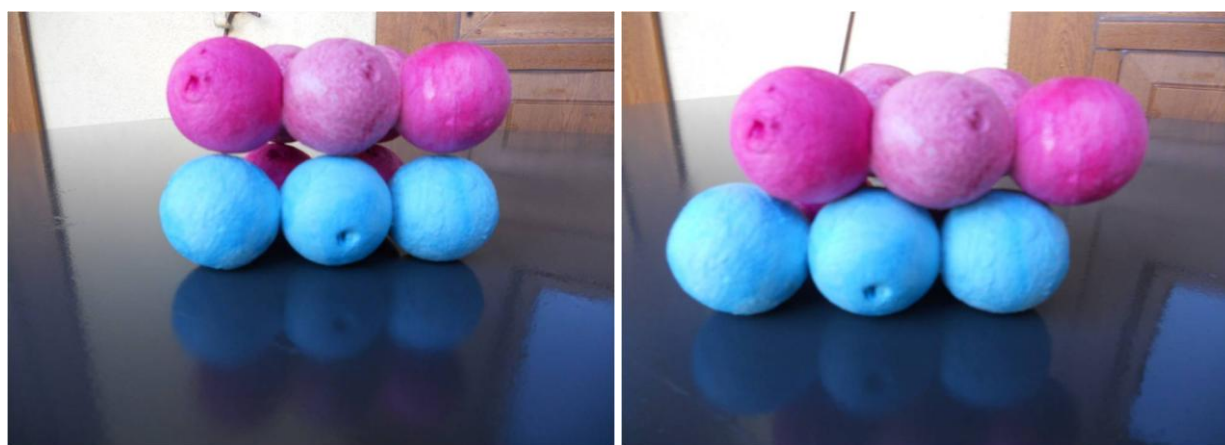


Figura 3. Due possibili disposizioni per il secondo strato (Foto: N. Gasparinetti).

¹⁰ Si veda in proposito <<http://www.chimicare.org/curiosita/la-chimica-nella-vita-domestica/non-e-tutta-neve-quella-che-luccica/>> e <http://www1.lsbu.ac.uk/water/hexagonal_ice.html>. Inoltre, per farsi un'idea di come la questione può essere trattata nelle scuole secondarie di secondo grado, si rinvia a: <http://www.laureescientifiche.units.it/allegati/scienzaSport/A_Volta_TS.pdf>.

Qui si conclude il percorso del primo anno. Si continuerà nella classe terza. Fino a questo momento abbiamo visto come si dispongono le particelle nei cristalli, considerando principalmente *cristalli molecolari*.

2. LO STUDIO DELLA CRESCITA DEI CRISTALLI

Nella classe terza studiamo i *solidi geometrici* e le *rocce* e quindi riprendiamo quanto fatto in prima per imparare qualcosa in più.

Avevamo capito che i *cristalli* sono corpi solidi caratterizzati da *facce*, *spigoli* e *vertici*, che crescono sempre nello stesso modo. E ora siamo in grado di osservare un *cristallo* esaminando i suoi *assi cristallografici* (le tre rette non complanari che combaciano con tre spigoli del cristallo e convergono in un suo vertice) e gli angoli che essi formano (*angoli cristallografici*).

Possiamo quindi classificare un cristallo in base ai valori di queste grandezze. Mi sono sempre limitata a nominare i sistemi cubico, tetragonale, esagonale, rombico (perché applicabili allo studio dei solidi geometrici) e triclino (perché è quello con cui cristallizza il solfato di rame del nostro esperimento). E possiamo ora capire che i cristalli crescono mantenendo la stessa forma, perché gli angoli diedri formati dalle facce del cristallo rimangono uguali: le facce quindi crescono parallelamente e in proporzione¹¹. Basta ritornare alle nostre osservazioni iniziali e far notare che le facce dei cristalli più grandi, ad esempio del solfato di rame, hanno la stessa “forma” di quelle dei più piccoli.

Da tempo lo studio della *simmetria* in natura è oggetto di attenzione; ci sono molti lavori in questo ambito e anche percorsi sperimentali¹². Un bel lavoro di laboratorio matematico, in collaborazione con il collega di Tecnologia, è lo studio degli *assi di simmetria* di un cristallo: si costruiscono dei modelli in cartoncino (v. Figura 4) di alcuni solidi geometrici più comuni, utilizzando degli spiedini di legno per simulare l'*asse di simmetria*.

¹¹ RIPPA 1980.

¹² GENZO, ZUCCHERI 2009.



Figura 4. Modelli per lo studio delle simmetrie (Foto: N. Gasparinetti).

Gli alunni proveranno a determinare il tipo di *asse di simmetria* (binario, ternario, ecc.). È ovvio che si potrebbe anche provare con i *piani di simmetria*, magari solo con il sistema cubico¹³. Sta alla discrezione dell'insegnante, visto il tempo richiesto per portare a termine questo lavoro, anche se, nelle *Indicazioni nazionali* per le Scienze viene sottolineato in modo esplicito che: «è importante disporre di tempi e di modalità di lavoro che consentano la produzione di idee originali da parte dei ragazzi, anche a costo di fare delle scelte sui livelli di approfondimento e limitarsi alla trattazione di temi rilevanti».

3. SOLIDI ATOMICI E IONICI

Per concludere il percorso parliamo del diamante e della grafite e ritorniamo, quindi, al cloruro di sodio, i cui cristalli avevamo fatto crescere e osservato nella classe prima. Nei programmi di Scienze e Tecnologia della classe terza si parla di energia e quindi di petrolio; studiamo quindi le *forme allotropiche*¹⁴ del carbonio, grafite e diamante, per concludere poi con il fullerene.

Con l'aiuto di modellini di plastica presenti in laboratorio, riusciamo a costruire un

¹³ Si veda in proposito: <http://www.unife.it/progetti/matematicainsieme/simmetrie/testi/6_crystals.pdf>.

¹⁴ Si veda in proposito, per un eventuale approfondimento: <http://online.scuola.zanichelli.it/esploriamolachimica/files/2010/03/Zanichelli_Valitutti_Forme_Allotropiche.pdf>.

modello di struttura del diamante (v. Figura 5) e, con un po' di pazienza, si riesce a far entrare il nostro modello in una scatola o struttura di cartone, seguendo l'immagine trovata in rete¹⁵. Si dimostra così la struttura cubica, non percepibile forse immediatamente.



Figura 5. Modello per lo studio del diamante (Foto: N. Gasparinetti).

Interessante è far misurare l'ampiezza degli angoli tra gli atomi. Usando i modellini in plastica, si riesce anche a far percepire agli alunni la “solidità” della struttura del diamante: è sufficiente provare a muovere il modellino per notare come la forma venga mantenuta e resti fissa.

Ricordiamo, a questo punto, come siano le condizioni ambientali a determinare la *struttura*, in quanto lo stesso elemento dà, in condizioni diverse, la *grafite*, formata da lamine parallele di strutture esagonali. Qui è sufficiente mostrare un'immagine, usando la LIM: non è il caso, infatti, di soffermarsi a fondo sulla struttura della grafite, perché richiederebbe un discorso sugli *orbitali*; si può far notare la presenza

¹⁵ <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Diamonds_glitter.png>.

degli esagoni, il fatto che siano disposti parallelamente e, comunque, che la struttura non è la stessa del diamante. Piuttosto poniamo l'accento sulle *proprietà*: la grafite è nella punta delle matite, di colore grigio, nulla in comune con il diamante. Stesso atomo, *strutture e proprietà diverse*.

Per tornare al discorso matematico si conclude con un riferimento al *fullerene*, una specie di gabbia cava, formata da 60 atomi di carbonio disposti a formare 12 pentagoni e 20 esagoni¹⁶. È simile a un pallone di calcio, che possiamo usare per osservare il modello del fullerene: si rivela anche un buon esercizio sulle misure degli angoli, riportandoci al discorso iniziale delle mattonelle. Qui, tuttavia, le cose si complicano, proviamo infatti a calcolare la *somma* degli angoli che si collegano in un vertice: non sarà un sottomultiplo di 360° , eppure la forma esiste.

Proviamo a chiedere alla classe *come mai sia possibile*, magari suggerendo di cercare qualche altra differenza con le mattonelle di un pavimento; gli alunni si accorgeranno che qui la struttura non è *planare*, è come se le mattonelle si fossero piegate. Senza addentrarci nell'argomento, citiamo però le *geometrie non euclidee*, anche con un piccolo accenno alle *carte geografiche* e al pianeta Terra.

Concludiamo il discorso ritornando al cloruro di sodio. È un'arma a doppio taglio nello studio dei cristalli, in quanto, da un lato, si presta facilmente alla crescita e alla conseguente osservazione anche in ambiente domestico; non è tossico; è facilmente reperibile e forma dei bei cristalli cubici. Però spiegarne la struttura non è facile, si cade facilmente nell'errore, nel tentativo di semplificare il linguaggio: nei manuali si trovano, infatti, numerosi esempi di modelli errati che rappresentano ad esempio, sfere colorate unite da barrette a simulare i *legami*, oppure si parla di atomi di sodio e cloro invece che di *ioni*.

Comprensibile l'intento, ma non dobbiamo fornire *modelli o linguaggi errati*. È in terza, quando parliamo di elettrizzazione, che possiamo definire finalmente uno *ione*: sarà sufficiente spiegare che l'elettrone può spostarsi allontanandosi o avvicinandosi

¹⁶ GASPARINETTI 2007.

a un atomo, determinando una carica su di esso. Con l'aiuto della Tavola periodica potremo anche fare degli esempi, magari proprio con il cloro e il sodio. E avremo così spiegato anche un *solido ionico*.

A conclusione del percorso gli alunni sapranno riconoscere le *proprietà* di un *solido cristallino*, sapranno anche che esso è formato da *molecole*, da *ioni* o *atomi* disposti ai vertici di figure geometriche, e che le sue *proprietà* sono strettamente legate alla *struttura*, oltre che alla *composizione*. Nella scuola secondaria di secondo grado li attende un percorso più specifico che, dallo studio delle *proprietà*, li porterà alla definizione della *struttura* e della *composizione*.

BIBLIOGRAFIA

DALL'ANTONIA P., GASPARINETTI N.

2011a, *La chimica in cucina: emulsioni, sospensioni, gel*, «QuaderniCIRD», n. 2, pp. 6-24.

2011b, *I grassi in casa. Dagli oli da frittura al sapone di Marsiglia*, «QuaderniCIRD», n. 3, pp. 7-31.

GASPARINETTI N.

2007, *I cristalli: qualcosa di "naturalmente" matematico*, in L. ZUCCHERI, P. GALLOPIN, V. ZUDINI (a cura di), «La matematica dei ragazzi: scambi di esperienze tra coetanei. Edizione 2007», Trieste, EUT, pp. 46-53.

2014, *Misura e strumenti di misura*, in L. ZUCCHERI, M. STOPPA, V. ZUDINI (a cura di), «La matematica dei ragazzi: scambi di esperienze tra coetanei. Edizione 2010» Trieste, EUT, pp. 49-58.

GENZO C., ZUCCHERI L.

2009, *Una passeggiata matematica*, Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Matematica e Informatica, Civico Orto Botanico, Trieste, Comune di Trieste, (ristampa).

RIPPA M.

1980, *La chimica: cenni di mineralogia*, Ferrara, I. Bovolenta.

PER APPROFONDIRE

ARTINI E.

1981, *I minerali*, Milano, Hoepli.

BELLINA L., CESCO FRARE A., GARZI S., MARCOLINA D. (a cura di)

2013, *Gestione del sistema sicurezza e cultura della prevenzione nella Scuola*, INAIL, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, SiRVeSS - Sistema di Riferimento Veneto per la Sicurezza nella Scuola, Rete Scuole e di Agenzie per la Sicurezza della provincia di Arezzo, RESAS Firenze - Rete Scuole e di Agenzie per la Sicurezza della provincia di Firenze, Tipolitografia INAIL. La copia del testo si scarica in PDF direttamente dal sito:

<http://www.inail.it/internet_web/wcm/idc/groups/internet/documents/document/ucm_112670.pdf>.

BONATTI S., FRANZINI M.

1979, *Cristallografia mineralogica*, Torino, Boringhieri.

CIPRIANI C., GARAVELLI C.

1987, *CAROBBI Mineralogia 2. Cristallografia chimica e Mineralogia speciale*, Firenze, USES Edizioni scientifiche.

DEER W. A., HOWIE R. A., ZUSSMAN J.

1994, *Introduzione ai minerali che costituiscono le rocce*, Bologna, Zanichelli.

GOTTARDI G.

1986, *I minerali*, Torino, Boringhieri.

JOHNSEN O.

2006, *Guida ai minerali del mondo*, Bologna, Zanichelli.

KLEIN C.

2004, *Mineralogia*, Bologna, Zanichelli.

MAHAN B. H.

1983, *Chimica*, Milano, Casa Editrice Ambrosiana.

MAZZI F., BERNARDINI G. P.

1987, *CAROBBI Mineralogia 1. Fondamenti di cristallografia e ottica cristallografica*, Firenze, USES Edizioni scientifiche.

MOTTANA A.

1989, *Fondamenti di Mineralogia geologica*, Bologna, Zanichelli.

MOTTANA A., CRESPI R., LIBORIO G.

1985, *Minerali e rocce*, Milano, Arnoldo Mondadori Editore.

SITI WEB

CHAPLIN M.

Water Structure and Science,

<http://www1.lsbu.ac.uk/water/water_structure_science.html>, sito consultato il 13/12/2016.

Water Structure and Science. Hexagonal Ice (ice Ih),

<http://www1.lsbu.ac.uk/water/hexagonal_ice.html>, sito consultato il 13/12/2016.

Cristallografia,

<<http://unica2.unica.it/~corrias/ANNA/Didattica/lezioni-cristallografia.pdf>>,

sito consultato il 16/11/2015.

GALLI S., MORET M., ROVERSI R.

Cristallografia: la visione ai raggi x, IUCr,

<<http://www.iycr2014.it/contenuti/libro/49>>, sito consultato, ora non raggiungibile.

I fiocchi di neve,

<http://www.laureescientifiche.units.it/allegati/scienzaSport/A_Volta_TS.pdf>,

sito consultato il 12/12/2016.

Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo dell'istruzione,
<http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/8afacbd3-04e7-4a65-9d75-cec3a38ec1aa/prot7734_12_all2.pdf>, sito consultato il 10/11/2015.

La crescita dei cristalli,
<http://www.unife.it/progetti/matematicainsieme/simmetrie/testi/6_crystals.pdf>,
sito consultato l'1/6/2015.

La sicurezza nel laboratorio di Chimica,
<<http://www.chimica.unibo.it/it/risorse/files/lezione-sulla-sicurezza-nel-laboratorio-chimico>>,
sito consultato il 13/11/2015.

Le forme allotropiche del carbonio,
<http://online.scuola.zanichelli.it/esploriamolachimica/files/2010/03/Zanichelli_Valitutti_Forme_Allotropiche.pdf>, sito consultato il 13/11/2015.

Le sostanze che colorano la fiamma (scienze Zanichelli),
<<https://www.youtube.com/watch?v=qr5wbksxwt4>>, sito consultato il 10/6/2015.

Modello della struttura cristallina del diamante,
<<https://it.wikipedia.org/wiki/Diamante>>, sito consultato l'1/6/2015.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Diamonds_glitter.png>,
sito consultato il 10/11/2015.

Norme di sicurezza nei laboratori di chimica,
Norme di sicurezza e consigli pratici nell'uso del laboratorio di chimica,
<<http://www.chimica-online.it/download/norme-sicurezza.htm>>, sito consultato il 13/11/2015.

QUAGLIOZZI F.

Non è tutta neve quella che luccica,
<<http://www.chimicare.org/curiosita/la-chimica-nella-vita-domestica/non-e-tutta-neve-quella-che-luccica/>>, sito consultato il 12/12/2016.

Saggio alla fiamma: esperimento in laboratorio,
<<https://www.youtube.com/watch?v=W5cbKsrq6eA>>, sito consultato il 10/6/2015.

Sicurezza nel laboratorio di Chimica,
<<http://www.volta.ts.it/downloads/Sicurezza%20nel%20Laboratorio%20di%20Chimica.pdf>>,
sito consultato il 13/11/2015.