

I modelli di atomi e di molecole non sono figure corrispondenti alla realtà. Atomi e molecole non sono colorati e non hanno le proprietà tipiche degli oggetti che vediamo e tocchiamo. Tali modelli, tuttavia, sono molto utili per avere un'idea delle particelle microscopiche, separate da spazi vuoti, che sono all'interno di tutti i materiali a noi noti.

Quale chimica per la Scuola Secondaria di Primo grado

Prof. Giuseppe Valitutti
 Università di Urbino "Carlo Bo"
gvalitutti@virgilio.it

Prof.ssa Gabriella Guaglione
 Scuola Media Falconara (AN)

Prof.ssa Liviana Lucesole
 Scuola Media Castelfidardo (AN)

Il dato è preoccupante: nel 2006 i quindicenni che non sapevano leggere sono saliti al 26,4%. Più di un quarto degli allievi, che lasciano la Scuola Secondaria di primo grado, non sa leggere. Tali studenti, purtroppo, hanno anche scarsa familiarità con la scrittura e le competenze matematiche di base (nel calcolo mentale rapido, nell'esecuzione di moltiplicazioni e divisioni). Mancando tali abilità, l'apprendimento delle materie scientifiche è davvero insignificante. Coloro che leggono con difficoltà, avendo la memoria di lavoro impegnata nella tecnica della lettura, non sono in grado di riflettere sulle idee e sui concetti scientifici "nascosti" nel brano. Cosa fare dunque? Bisogna lavorare per ricostruire, in classe e a casa, le competenze linguistiche e matematiche di base. L'impegno *deve essere quotidiano* e deve coinvolgere tutti gli insegnanti della classe. Anche l'insegnante di scienze può e deve impegnarsi in questo compito, se si vuole avere qualche speranza di successo. I docenti possono organizzare il proprio corso di scienze in maniera che gli studenti:

- abbiano ripetute occasioni di scrivere *brevi riassunti* e di presentare i lavori, a casa e in laboratorio, in forma scritta e in forma orale. L'una e l'altra attività sono necessarie, ai fini della padronanza della lingua;
- partendo dai riassunti, imparino a costruire mappe concettuali *semplici* con carta, matita e gomma oppure al computer, col software gratuito scaricabile da www.cmap.ihmc.us. Le mappe si possono arricchire con foto digitali (Learning Object), ipertesti, webquest, mano a mano che le competenze linguistiche si consolidano;
- abbiano ripetute opportunità di fare calcoli, senza l'uso della calcolatrice (questa buona pratica si può incentivare con 1-2 punti in più nella valutazione dei compiti), e di fare calcoli mentali rapidi, su questioni e problemi a contenuto scientifico;
- abbiano ricorrenti occasioni di usare le *competenze linguistiche* e applicare i concetti scientifici, i modelli esplicativi e le abilità manipolative per risolvere problemi reali, anche *fuori del contesto scolastico*, come richiedono le prove di valutazione internazionali (PISA - Program for International Student Assessment);
- abbiano l'opportunità di essere protagonisti attivi dell'apprendimento, sia in classe che nelle investigazioni, lavorando in collaborazione con gli altri allievi, sotto la regia del docente;
- abbiano la possibilità di apprezzare il contributo delle Scienze allo sviluppo della società e l'uso responsabile della conoscenza scientifica;

- g. sappiano *progettare e descrivere* le investigazioni (**nel pieno rispetto delle norme di sicurezza**), possano realizzarle, discuterne i risultati con gli altri allievi e col docente – regista e sappiano *scrivere* le conclusioni finali, sulla base delle evidenze sperimentali;
- h. sappiano utilizzare, in maniera estesa, la tecnologia informatica, per la raccolta di informazioni e dati, sappiano *descrivere l'organizzazione* delle proprie conoscenze e competenze, anche mediante mappe concettuali.

La seguente proposta didattica non entra nei dettagli su particolari strategie di istruzione (lavoro cooperativo, attività al computer, attività in laboratorio, istruzione esplicita), ma ne consiglia l'uso, per migliorare la qualità del lavoro in classe. Bisogna pure tenere a mente che la qualità professionale dell'insegnante è il più importante e principale fattore per il successo scolastico dei ragazzi. Le influenze negative, esterne alla scuola, non hanno alcuna possibilità di ingresso, se l'insegnante è appassionato e competente, in grado di svolgere il programma, adattandolo alla realtà della classe, e di valutare gli apprendimenti con modalità autentiche. Anche nelle zone a rischio, la professionalità dell'insegnante ha un peso straordinario e può potenziare l'efficacia del curriculum e dei criteri di valutazione.

Come si lavora con gli allievi

L'istruzione scientifica, delle varie riforme che si sono alternate sul palcoscenico di Viale Trastevere, è stata progettata con programmi spesso sproporzionati "larghi un chilometro e sottili un millimetro". Ciascuna disciplina, del corso di scienze per la scuola secondaria di primo grado (biologia, chimica, fisica, scienze naturali), ha cercato di ritagliarsi lo spazio più largo possibile. Cosa dire dei libri di testo? Sovente i libri di testo trascurano di fornire utili suggerimenti didattici al docente, su come aiutare l'allievo a costruire la comprensione significativa, su come contestualizzare la scienza mediante problemi reali oppure su come trattare le idee complesse non in maniera superficiale. Esaminiamo qual è la situazione attuale dell'insegnamento scientifico nel nostro paese. Molti insegnanti si danno da fare per coprire il maggior numero possibile di concetti, senza preoccuparsi di approfondire gli argomenti. Essi riservano poca attenzione alla comprensione significativa e si concentrano, *fatte salve le lodevoli eccezioni*, sulla superficiale memorizzazione dei concetti scientifici. Le attività prevalenti in classe offrono uno spazio molto limitato alle investigazioni, alla lettura di buoni libri a contenuto scientifico, alla scrittura, alle domande degli allievi. Al termine del percorso scolastico, gli allievi non sanno che cosa significhi comprendere e come usare la scienza per risolvere problemi reali. In una lezione tradizionale il docente "motiva" un concetto scientifico (magari con una sorprendente dimostrazione), "informa" (dettando la definizione del concetto), "valuta" la comprensione dello studente. Stante questa prassi, gli allievi vedono la scienza come la compilazione di una serie di "risposte corrette", la cui correttezza è ratificata dal voto del docente o dalle soluzioni suggerite dai libri di testo. Gli allievi aspettano di essere interrogati, per ricordare dei fatti o delle definizioni, piuttosto che *svelare* il proprio pensiero sulla scienza oppure *discutere* il significato di una investigazione, la quale richiede un elevato impegno intellettuale come l'analisi, la discussione, il dibattito e l'eventuale reinterpretazione dei fatti accertati. In diversi paesi asiatici, per esempio in Giappone, gli studenti costruiscono le loro idee *risolvendo problemi* in cooperazione e *discutendo criticamente* (Appendice 2) pure le soluzioni alternative dei problemi. La ricerca educativa ha dimostrato che, in classe e fuori, il ragionamento e il dialogo sono le attività fondamentali del processo di apprendimento. Nel nostro paese, invece, il programma ministeriale propone la scienza come "*prodotto finale*". La scienza è costituita da una serie di problemi risolti e una serie di concetti e teorie da essere "trasmessi", memorizzati e, infine, valutati. La dinamica delle discipline scientifiche non prevede la proposizione di domande, seguite da investigazioni. E le risposte, discusse e negoziate in classe, raramente prendono in considerazione i modelli alternativi,.

Quali sono i suggerimenti della ricerca educativa

Il modello di scienza che presentiamo prevede che lo studente sia autonomo e protagonista della costruzione della sua competenza disciplinare. L'allievo costruisce la sua competenza, anche nella lettura, nella scrittura e nel calcolo, attraverso la risoluzione di problemi reali

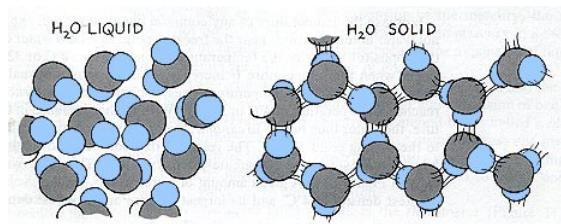
oppure all'interno di domande investigative. Facciamo un solo esempio al riguardo. Le monete di 1, 2, 5 centesimi di euro sono realmente di rame come appaiono ? Per rispondere alla domanda l'allievo, che non sa ancora pesare e non sa misurare il volume, impara le tecniche di misura applicando alle monete, calcola la densità e la confronta con quella del rame, che legge sulla Tavola Periodica.

Per completare una seria investigazione ci vuole tempo, perché devono essere coinvolti tutti gli allievi (3, 4 o 5) del gruppo, sotto la competente regia del docente. Ma il valore della investigazione risiede pure nelle ripetute riflessioni critiche e metacognitive, da parte di ciascun studente del gruppo cooperativo, in tutte le fasi dell'investigazione e nella finale *documentazione scritta*. L'allievo deve riflettere sulle modalità di esecuzione del progetto investigativo, sulle procedure, sull'uso degli strumenti e negoziare coi colleghi la costruzione finale del significato del fenomeno.

Le idee centrali e la metodologia di insegnamento

Che ogni disciplina abbia una sua "struttura" con poche idee centrali, fra loro saldamente interconnesse, l'aveva spiegato, nel 1978, il filosofo della scienza Joseph Schwab. Il filosofo scriveva allora che i docenti devono comprendere a fondo la struttura della propria disciplina, se vogliono realmente aiutare gli studenti a conquistare le nuove conoscenze ed abilità. Quali sono i concetti centrali che sorreggono l'impalcatura di una disciplina e come si connettono l'uno all'altro ? In particolare, quali sono le idee centrali della Chimica da proporre agli allievi della Scuola Secondaria di Primo grado ? "Se il nostro mondo dovesse improvvisamente sparire, perché distrutto da un cataclisma, l'unico concetto col maggior numero di informazioni da tramandare ai posteri, sosteneva Richard Feynman, è questo: *tutti gli oggetti sono formati da atomi [o da molecole], particelle piccolissime che si muovono in ogni direzione, senza mai fermarsi*". Nella proposta didattica seguente c'è un unico filo conduttore: **la teoria atomica - molecolare della materia**. La teoria si articola nei seguenti concetti, fra loro interconnessi:

1. Ci sono *spazi vuoti* (nasce l'idea di vuoto) fra le particelle microscopiche, che sono atomi e molecole, le quali si trovano più o meno vicine, ma vengono a contatto solo negli urti reciproci.
2. Gli atomi e le molecole occupano uno spazio, hanno una massa e sono in moto perpetuo.
3. Esistono più di 100 atomi diversi, descritti dalla Tavola Periodica. Ciascuna specie di atomo, a livello microscopico, ha due distinte proprietà: ha massa e ha capacità di combinazione con altri atomi e molecole; ha, insomma, massa e proprietà chimiche caratteristiche ma **non possiede altre proprietà fisiche** (temperatura, colore, punto di fusione, conducibilità e così via) *tipiche degli oggetti macroscopici*.
4. Gli atomi si possono legare (in differenti proporzioni) per formare molecole e solidi cristallini.
5. Le molecole hanno differenti proprietà caratteristiche, a seconda degli atomi di cui sono composte.



- Le molecole di qualsiasi sostanza (per esempio d'acqua), allo stato liquido, allo stato solido o allo stato gassoso, non sono a contatto e si muovono in continuazione.
- Fra le molecole d'acqua, in qualsiasi stato fisico (solido, liquido o gassoso), ci sono spazi vuoti.
- Gli atomi e le molecole reali non sono colorati.

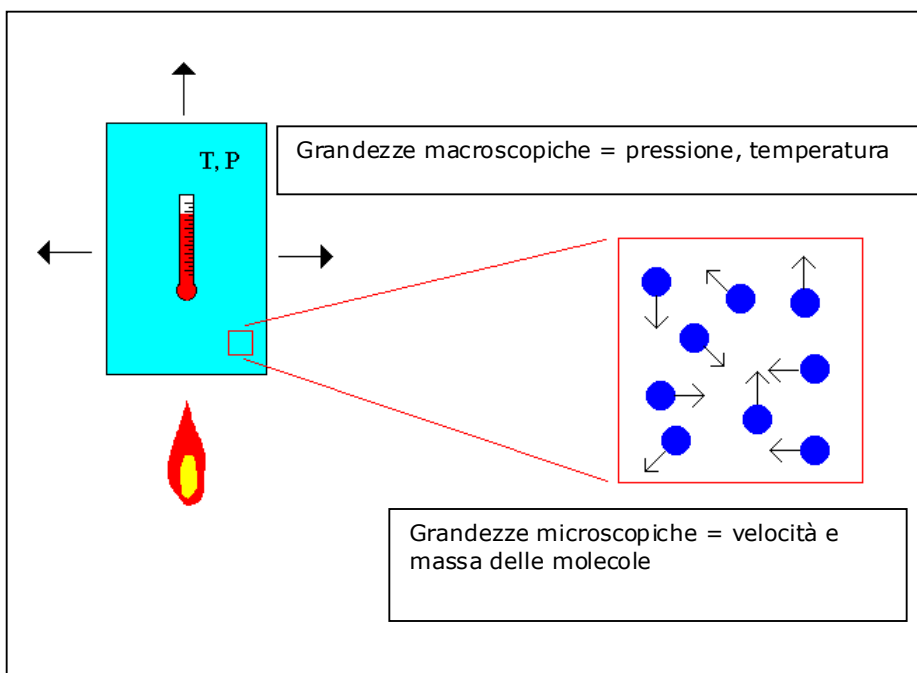
Quale metodologia usare per l'insegnamento delle Scienze nella Scuola Secondaria di primo grado ?

Per Martin Wagenschein(1896-1988), fisico ed educatore tedesco, la lezione di scienze, dovrebbe iniziare sempre con un'investigazione su fenomeni.

Che cos'è un fenomeno ? "Mi sembra di aver capito, ha scritto uno studente di Wagenschein, che un fenomeno comprenda sia ciò che vediamo ed osserviamo, che ci procura stupore e meraviglia, sia la riflessione e il pensiero su quanto visto e toccato. Così qualcosa di esterno (l'osservazione) e qualcosa dentro di noi (il pensiero critico prima e poi la *riflessione metacognitiva* su quanto osservato) si mettono insieme e diventano quello che noi chiamiamo fenomeno ". Per Wagenschein ambedue gli aspetti (l'esterno e l'interno) stanno insieme e interagiscono. La osservazione e la spiegazione del fenomeno, che si costruisce mentalmente, sono parte del fenomeno. Perciò, nella *scuola secondaria di primo grado* gli studenti *devono* essere impegnati in una serie di problemi, che si risolvono mediante investigazioni sugli oggetti o sull'ambiente. Gli studenti apprendono la *natura particellare* della materia e le reazioni chimiche, per esempio, durante l'investigazione sulla qualità dell'aria o dell'acqua della comunità in cui vivono. Una strada alternativa a questo approccio è quella di indagare sulle *idee centrali* della disciplina, per esempio sulla natura dei materiali. Tale approccio può determinare un cambiamento concettuale profondo e comportare la costruzione di nuovi concetti, l'elaborazione delle preesistenti strutture concettuali, la ristrutturazione della rete di concetti posseduti, per aggiungerne di nuovi, il consolidamento del livello di comprensione. Qualsiasi cambiamento concettuale è sempre apprezzabile, perché ha una forte componente metacognitiva, che favorisce la crescita intellettuale degli allievi. Le attività proposte servono per rendere consapevoli gli studenti delle loro idee iniziali e per correggere i concetti errati. Le tecniche didattiche da usare sono diverse. Agli studenti si può chiedere di fare delle previsioni sull'evento e di spiegare le ragioni della previsione fatta. Tale tecnica attiva le loro idee iniziali e rende gli allievi coscienti del proprio pensiero. La discussione in classe fra pari, evidenzia poi altre idee alternative. Infine, il confronto di idee diverse fa emergere la necessità di risolvere i conflitti concettuali.

Come costruire la comprensione concettuale della chimica

Si parte dalla comprensione macroscopica della materia, che comporta una serie misurabile di grandezze e fornisce una prima risposta agli interrogativi e ai dubbi degli allievi.

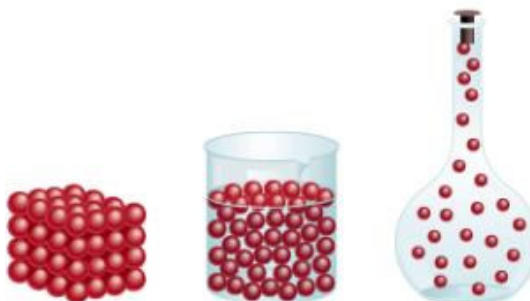


Segue la discussione sul modello interpretativo di quanto investigato, in termini di atomi e molecole. Qual è la natura dei materiali e quali sono le proprietà dei materiali a livello microscopico? Ci sono materiali fondamentali con cui sono composti gli altri materiali? Come possono essere spiegate le proprietà macroscopiche degli oggetti sulla base del modello negoziato? Le risposte a queste domande possono arrivare dagli allievi, se hanno *elaborato* una solida comprensione delle proprietà macroscopiche della materia. Partendo da tali *elaborazioni*, e dai ragionamenti sui *modelli interpretativi*, gli studenti sono pronti per investigare, descrivere e spiegare sia i fenomeni già noti che quelli nuovi. Armati di tali intuizioni, sull'esistenza di atomi e molecole, essi possono distinguere gli elementi (sostanze formate da atomi singoli o da molecole contenenti 2 o più atomi dello stesso tipo, cioè uguali) dai composti (sostanze formate da aggregati di atomi diversi, legati insieme nelle molecole). Essi possono anche cominciare a immaginare le diverse possibilità, per identificare i materiali e spiegare le reazioni chimiche.

Iniziamo il nostro percorso con qualche esempio. Può cambiare il volume di gas, di liquidi e solidi, se la massa o il peso rimangono uguali, prima e dopo l'esperimento? Per rispondere al quesito, gli allievi devono conoscere la differenza fra la massa (che non è il peso) e il volume.



Devono pure essere capaci di misurare accuratamente volume e massa, per essere certi che il primo cambia e il secondo non, sia nelle trasformazioni fisiche che chimiche. I ragazzi sanno, dalla scuola primaria, che gli oggetti hanno un peso ed occupano uno spazio. Ci sono molte situazioni in cui si può osservare la conservazione della massa e notare il cambiamento di volume. Per esempio, riscaldando i solidi, i liquidi o i gas si ha sempre un aumento di volume, mentre la massa non cambia. Il funzionamento dei termometri è legato proprio al cambiamento di volume dei materiali utilizzati. E che dire dei cambiamenti di stato? Nel passaggio di una sostanza, dallo stato solido allo stato liquido (fusione), per riscaldamento prolungato, si ha [quasi] sempre un aumento di volume, ossia il liquido ha un volume



maggior del solido, a parità di massa.

Per ghiaccio e acqua accade l'opposto, ma la massa non cambia anche in questo caso, che rimane eccezionale.

<http://video.google.it/videoplay?docid=5992618336327493343>

Visionando il seguente filmato, si può migliorare la comprensione del modello atomico - molecolare nei passaggi di stato del bromo elementare:

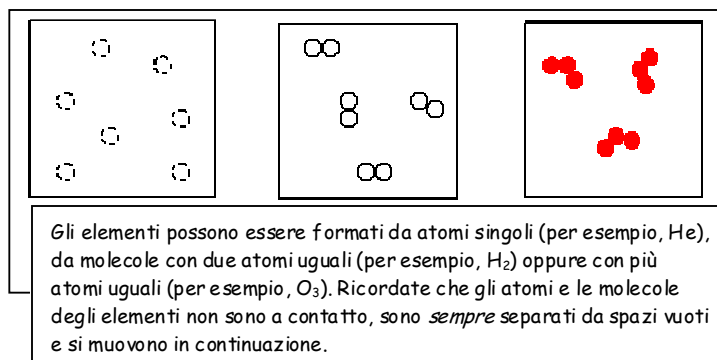
<http://video.google.it/videoplay?docid=-5786987432781976293>

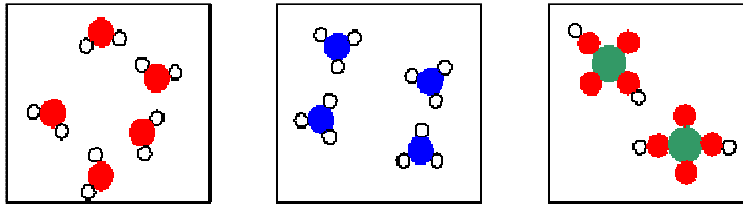
Gli studenti dovrebbero sempre essere obbligati a realizzare queste investigazioni, prima di iniziare a riflettere metacognitivamente e per cominciare la discussione sulla natura dei materiali.

Ecco un'altra domanda fondamentale. I materiali sono continui oppure sono formati da particelle microscopiche? Per rispondere possiamo realizzare la seguente indagine. Sul piatto di una bilancia digitale si pongono due cilindri da 100 mL contenenti, il primo 50 mL di acqua e il secondo 50 mL d'alcol etilico oppure di acetone. Si registra la massa dei due cilindri e, subito dopo, si versa il contenuto del primo cilindro nel secondo. Si controlla di nuovo la massa, che è rimasta uguale a quella iniziale. Ma il volume è cambiato. Mescolando 50 mL d'acqua con 50 mL d'alcol non si ottengono 100 mL di miscuglio ma soltanto 96 mL. Perché il volume finale è minore della somma dei due volumi iniziali? Perché la massa del miscuglio non cambia ossia è uguale a quello iniziale, somma delle due sostanze pure?

Quale modello per spiegare i fenomeni?

Gli studenti rimangono impressionati dalla precedente investigazione. Quale modello di materia può spiegare la "strana" diminuzione di volume? Il modello microscopico è continuo oppure è formato da particelle microscopiche? Il modello continuo è in grado di spiegare il comportamento delle sostanze nei cambiamenti di stato e nel mescolamento di acqua e alcol? Il modello delle particelle a contatto è quello valido oppure dobbiamo spiegare i fenomeni accertati col modello delle particelle microscopiche, separate da spazi vuoti? La discussione della classe permette di provare la validità di una prima importante regola: i modelli sono valutati sulla base della loro efficacia interpretativa dei tanti risultati sperimentali. Per esempio, quale modello spiega meglio i fenomeni della fusione, della vaporizzazione, della sublimazione, del mescolamento di liquidi con liquidi, della soluzione di solidi nei liquidi, della diffusione dei colori dell'inchiostro in acqua e dei profumi nell'aria e così via? Anche le simulazioni al computer e le rappresentazioni grafiche (disegni con palline colorate di atomi e molecole) possono contribuire a costruire la comprensione metacognitiva del modello atomico - molecolare della materia. La discussione, dopo aver analizzato le varie ipotesi, porta a scartare il modello continuo e a scegliere il modello particellare, con spazi vuoti fra una molecola e l'altra.





L'acqua H_2O , l'ammoniaca NH_3 e l'acido solforico H_2SO_4 sono tre esempi di molecole di composti. Ricordate che le molecole dei composti non sono a contatto, sono *sempre* separate da spazi vuoti e sono in perenne moto.

L'investigazione con siringhe di plastica, contenenti disegni di palline di varia dimensione, colorate e non, consolida l'idea che fra le molecole dei gas ci siano spazi vuoti. Nei libri in circolazione spesso mancano le esperienze concrete, che potrebbero aiutare a comprendere meglio i concetti. Né ci sono avvertenze per contrastare la natura contro intuitiva della teoria e per renderla più chiara e comprensibile. Non si spiega, per esempio, perché i singoli atomi e le singole molecole non hanno colore, non hanno una temperatura, non sono conduttori, cioè non fruiscono delle tipiche proprietà macroscopiche dei materiali, dovute alle *interazioni reciproche* di tantissimi atomi e tantissime molecole. Le particelle microscopiche, cioè gli atomi e le molecole, hanno una massa e hanno specifiche e *caratteristiche proprietà chimiche* ossia hanno una caratteristica capacità di reagire con altri atomi e molecole, di natura diversa. Le misconcezioni, che si rilevano a questo riguardo, sono dovute a una mancata comprensione della teoria, nonostante le investigazioni e le discussioni sulle proprietà macroscopiche dei materiali. Alcuni ricercatori ritengono che la scienza sia insegnata con una serie di "conclusioni retoriche" piuttosto che come un complesso processo, per dare significato al mondo. Niels Bohr pensava che la scienza fosse una modalità per "estendere l'esperienza delle persone e per ridurla all'ordine". Gli studenti, a causa di tante errate strategie didattiche, non riescono ad apprezzare la teoria per quella che è: *una straordinaria costruzione intellettuale, edificata su solide assunzioni epistemologiche*.

Come sostenere il processo di apprendimento delle scienze

Quando gli studenti apprendono le scienze, raramente interpretano correttamente le loro esperienze e le osservazioni, come vorrebbero i docenti. Nel condurre le investigazioni, gli allievi possono ignorare o scegliere di non credere ai risultati inaspettati. Piuttosto che meravigliarsi e chiedersi il perché dei risultati "anomali", essi decidono che il risultato è frutto di un errore sperimentale e quindi deve essere scartato. La regia del docente, in tutti i passaggi investigativi, consiste nel guidare gli allievi a mettere in luce gli aspetti salienti delle loro esperienze e dei concetti, su cui stanno lavorando. Il sostegno del docente si realizza attraverso il semplice suggerimento, nel caso dei risultati "non graditi", di ripetere l'investigazione.

Le simulazioni al computer e le *rappresentazioni con disegni* delle particelle microscopiche sono altre occasioni di sostegno, per gli allievi che devono apprendere i concetti. Le visualizzazioni aiutano il discente a connettere le regolarità dei dati raccolti, per comprendere meglio il fenomeno scientifico. White e Fredericksen (1998) hanno creato il software Thinkertools, che permette agli allievi di verificare al computer la fisica newtoniana, di facilitare le investigazioni, di focalizzare l'attenzione degli allievi sui concetti. Il sistema informatico consente di fare esperimenti ideali, difficili o impossibili da realizzare in classe. Per esempio, col software si può confrontare il moto di oggetti in qualsiasi ambiente, con o senza attrito. Un altro esperimento interessante fa vedere il moto di oggetti in un campo gravitazionale oppure in assenza di gravità. Altre visualizzazioni danno agli allievi il privilegio di "vedere i dati" ossia di cercare e interpretare la regolarità in una serie di dati. Anche i filmati possono sostenere e facilitare l'apprendimento dei concetti scientifici. Il comportamento dell'elemento bromo, al cambiare della temperatura, non è un esperimento che si può fare in un laboratorio scolastico. Attraverso il breve filmato, l'allievo può costruire e rinforzare le proprie competenze sui passaggi di stato e sui modelli molecolari interpretativi dello stato solido, dello stato liquido e dello stato gassoso dell'elemento bromo (www.leparoledellascienza.it).

Le grandi idee della Chimica nella Scuola Secondaria di Primo grado

1. Le proprietà macroscopiche

- Gli **oggetti** sono formati da **materiali**, che possono essere **sostanze**, come **elementi** e **composti**, oppure **miscugli**.
- I **materiali** e le **fasi della materia** hanno **proprietà** che possono essere quantificate e correlate.
- La **massa** misura **l'ammontare della materia** ed è costante in qualsiasi località, in riva al mare, sull'Everest, sulla Luna. Il **peso**, invece, è proporzionale alla massa e varia, a seconda del campo gravitazionale. Sulla Luna qualsiasi oggetto ha un peso inferiore che sulla Terra.
- Le **sostanze** hanno **proprietà caratteristiche** come la **densità**, il **punto di ebollizione** e il **punto di fusione**. La densità si calcola dividendo la massa dell'oggetto per il suo volume.
- I **materiali** esistono in tre fasi, **solida**, **liquida** e **gassosa**, che hanno proprietà diverse.

2. La conservazione della massa nelle trasformazioni

- Ci sono le **trasformazioni fisiche** dei materiali, per esempio i cambiamenti di stato e l'espansione termica, in cui la massa dei materiali non cambia, cioè si conserva.
- Altre trasformazioni sono chiamate **trasformazioni chimiche** oppure **reazioni chimiche**, per esempio la combustione, la formazione di ruggine e la digestione del cibo, in cui si creano nuove sostanze, ma la massa dei reagenti è uguale alla massa dei prodotti della trasformazione.¹
- La **materia** e la **massa si conservano** sia nelle **trasformazioni fisiche** che nelle **trasformazioni chimiche**.
- La **conservazione della massa** è una legge fondamentale della natura.
 1. Il volume di un gas cambia, ma non la massa, se il gas viene compresso oppure espanso.
 2. Gli oggetti riscaldati cambiano il loro volume, ma la massa rimane la stessa prima e dopo il riscaldamento.
 3. Nei cambiamenti di stato, nei processi di solubilizzazione dei materiali, nelle reazioni chimiche la massa non cambia mai e si conserva, ma non il volume.

3. La teoria atomica – molecolare della materia

Le regole di base del modello atomico – molecolare della materia sono:

- Tutti i **materiali** che conosciamo sono costituiti di **particelle** (chiamate **atomi** e **molecole**), che sono **separate** da **spazio vuoto** e sono così piccole da non poter essere viste neanche da un potente microscopio ottico. Le particelle microscopiche possono essere disegnate (modello), per comprendere il loro comportamento.
- Gli **atomi** e le **molecole** occupano uno spazio e sono in costante **moto**.
- Ci sono più di **100** tipi di **atomi diversi**, che trovano posto nel Sistema Periodico degli Elementi. Ciascun tipo di atomo ha distinte proprietà, per esempio ha una sua specifica massa e ha una caratteristica capacità di combinazione chimica con altri atomi e molecole.
- Gli atomi si possono legare fra loro (in **diverse proporzioni**) per formare le **molecole** o un reticolo di tantissimi atomi (come nel diamante oppure nel sale da cucina). Quando gli atomi si uniscono si forma un **legame chimico** fra gli atomi. Le molecole, che si ottengono, hanno **caratteristiche** e differenti **proprietà chimiche**, rispetto agli atomi da cui sono composte¹.

4. I solidi, i liquidi e i gas e la teoria atomica – molecolare

Le proprietà macroscopiche dei materiali possono essere spiegate in termini di atomi e di molecole

- Alcune sostanze (che chiamiamo **elementi**) sono composte da una sola specie di atomo. Altre sostanze (che chiamiamo **composti**) sono formate da due o più atomi di natura diversa e formano un complesso di atomi legati insieme (chiamato **molecola** o **reticolo cristallino**).
- I **materiali** sono **miscugli** di due o più sostanze.
- Nei **solidi** gli **atomi** e le **molecole** sono in **perenne moto**. Atomi e molecole **vibrano** ed **oscillano** intorno a delle **posizioni fisse**, perché gli spostamenti sono impediti dagli atomi e dalle molecole vicine.
- Nei **liquidi** gli **atomi** e le **molecole** sono sempre **vicini**, ma sono meno ostacolati, insomma hanno maggiore possibilità di movimento e si possono spostare.
- Nei **gas** gli **atomi** e le **molecole** si muovono liberamente in linea retta, ad eccezione di quando urtano fra loro e contro le pareti del contenitore.
- Gli **atomi** e le **molecole** dei **solidi**, dei **liquidi** e dei **gas** sono sempre separati da spazio vuoto, che è piccolo nei solidi e molto grande nei gas.

5. Trasformazioni fisiche e trasformazioni chimiche e la teoria atomica – molecolare

Le trasformazioni macroscopiche possono essere spiegate in termini di atomi e di molecole:

- I cambiamenti della materia sono di due tipi: le **trasformazioni fisiche** e le **trasformazioni chimiche**.
- Nelle **trasformazioni fisiche** le molecole cambiano disposizione oppure si muovono più velocemente (a temperatura elevata) o lentamente (a temperature bassa), ma rimangono **intatte** ossia sono le stesse prima e dopo il cambiamento.
- Nelle **trasformazioni chimiche**, gli atomi sono sempre gli stessi, ma le **molecole** dei **reagenti** sono **diverse** dalle molecole dei **prodotti** della reazione chimica ossia gli atomi, sistemati in maniera differente, hanno creato nuove e diverse molecole, dopo la reazione chimica ².
- Aggiungendo o rimuovendo il calore da una fase, si modifica la velocità di atomi e molecole e quindi si registra un **cambiamento** di temperatura. Invece, nei **cambiamenti di fase** (per esempio, nella fusione), aggiungendo o togliendo calore, la velocità di atomi e molecole non cambia (quindi la temperatura rimane costante), ma cambia il *tipo di moto*, perché le particelle microscopiche passano da una fase ad un'altra fase (nella fusione passano dalla fase solida a quella liquida).

6. Proprietà macroscopiche e microscopiche di atomi e molecole

- Le proprietà chimiche sono diverse dalle proprietà fisiche dei materiali.
- Le proprietà fisiche sono tipiche **proprietà macroscopiche** dei materiali ed interessano campioni di materiali, anche piccoli, ma contenenti un numero enorme di atomi o molecole.
- Le **proprietà chimiche**, ossia la capacità di reagire, sono proprietà legate al comportamento di singoli atomi o di singole molecole, di cui sono composte le sostanze, e quindi sono tipiche **proprietà microscopiche**.
- A **livello microscopico**, cioè a livello di atomi e molecole, la materia è discontinua, anche se macroscopicamente appare continua.
- Anche se **elementi**, **composti** e **miscugli** sembrano e sono **omogenei**, a livello **macroscopico**, essi **non sono continui**, a livello **microscopico**, ma sono formati da particelle, separate da spazi vuoti, che chiamiamo **atomi** e **molecole**.

¹ L'idea di legame chimico si può spiegare dicendo che ci sono forze di attrazione fra gli atomi delle molecole, senza citare lo scambio di elettroni nella formazione del legame. Si introduce genericamente il legame chimico senza illustrare la struttura dell'atomo, che sarà dettagliata alla Scuola Superiore. Quando, all'inizio dell'800, si parlò di legame chimico non si sapeva nulla degli elettroni e del loro coinvolgimento nel legame chimico. Fu Gilbert Newton Lewis a descrivere, nel 1902, lo scambio di elettroni nel legame chimico, prima della nascita del modello atomico di Rutherford.

²Le trasformazioni chimiche, in molti casi, si riconoscono con semplici esperimenti che permettono di distinguerle in maniera efficace, dalle trasformazioni fisiche, sulla base di osservazioni macroscopiche. Per esempio, si può dire, con una certa approssimazione, che c'è una reazione chimica, mescolando due reagenti, quando: (a) c'è uno sviluppo di bollicine; (b) si forma un materiale solido; (c) c'è un cambiamento di colore; (d) c'è una variazione di temperatura.

Bibliografia

1. Feynman, R.P., Leighton, R.D., & Sands, M. 1963. *The Feynman lectures on physics* (Vol. 1). Menlo Park, CA: Addison-Wesley Company.
2. Goswami, U. & Brown, A. (1990). Melting chocolate and melting snowmen: Analogical reasoning and causal relations, *Cognition*, 35, 69-95. 10.
3. Mintzes J.J., Wandersee J.H., Novak J.D. (eds.) (2000), *Assessing science understanding*, Academic Press, San Diego.
4. Novick & Nussbaum (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate theory of matter: An interview study. *Science Education*, 62(3), 273-281.
5. Nussbaum, J. (1985). The particulate nature of matter in the gaseous phase. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science*. Philadelphia: Open University Press.
6. Osborne, R. & Cosgrove, M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 825-838.
7. Schwab, J. (1978). Education and the structure of the disciplines. In J. Westbury & N. Wilkof (Eds.)
8. Smith, C., Maclin, D., Grosslight, L., & Davis, H. (1997). Teaching for understanding: A study of students' preinstruction theories of matter and a comparison of the effectiveness of two approaches to teaching students about matter and density. *Cognition and Instruction*, 15, 317 – 393.
9. Smith, C., Snir, J., & Grosslight, L. (1992) Using conceptual models to facilitate conceptual change: The case of weight/density differentiation. *Cognition and Instruction*, 9 (3), 221-83.
10. Snir, J., Smith, C.L., & Raz, G. (2003). Linking phenomena with competing underlying models: A software tool for introducing students to the particulate model of matter, *Science Education*, 87, 794-830.
11. Wagenschein, M. (2000), *Teaching to understand: on the concept of the exemplary in teaching*. In *Teaching as a reflective practice – The German didaktik tradition*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers

Appendice 1

Alcune investigazioni e valutazioni formative

1. Il peso di un oggetto è uguale alla sua massa ?

Un oggetto si trova su un pianeta, dove l'attrazione gravitazionale è tripla rispetto a quella sulla Terra.

1. La sua massa è:

(A) Tripla di quella sulla Terra

(B) Un terzo di quella sulla Terra

(C) La stessa che sulla Terra

2. Il suo peso è:

(A) Triplo di quello sulla Terra

(B) Un terzo di quello sulla Terra

(C) Lo stesso che sulla Terra

2. La massa di una bottiglia vuota

Investigazione sulla massa (Problem - solving).

1. Hai a disposizione una bottiglia di 2 litri, contenente solo pochi mL d'acqua sul fondo. L'insegnante ti consegna anche un fornello elettrico e una bilancia digitale.

Qual è la massa della bottiglia, compreso il tappo e i pochi mL d'acqua ?

2. Riscalda la bottiglia sul fornello, sino a vedere il vapore che esce dalla bocca della bottiglia.

3. Allontana dal fornello la bottiglia e poi inserisci il tappo.

Pesa ora la bottiglia. La massa della bottiglia è maggiore o minore della precedente pesata ?

4. Appena la bottiglia è fredda, svita lentamente il tappo.

Cosa osservi ? Se pesi nuovamente la bottiglia col tappo, qual è la sua massa ? La massa, che hai determinato ora, è più vicina a quella della prima pesata oppure della seconda pesata ?

5. Discuti coi compagni del gruppo i vari passaggi dell'investigazione e fornisci la spiegazione negoziata dell'investigazione. Discuti col gruppo e col docente le "anomalie" riscontrate nelle pesate. L'investigazione può essere utile per spiegare il modello atomico - molecolare della materia ?

3. Conosci il modello atomico - molecolare della materia ?

Definizione	Vero (V) o Falso (F)
Gli atomi e le molecole e sono sempre in movimento	
Molecole ed atomi hanno tutti la stessa dimensione	
Le molecole del ghiaccio, nel freezer, sono molto fredde	
Gli atomi e le molecole hanno massa e peso	
Gli atomi o le molecole di una sostanza possono muoversi a differente velocità	
Solo gli oggetti, che puoi vedere, sono fatti di molecole	
Due sostanze diverse possono essere fatte dagli stessi tipi di atomo ma da molecole diverse	
Due sostanze diverse possono essere fatte dallo stesso tipo di	

molecole ma da atomi diversi	
Le molecole dei liquidi sono sempre più lontane di quelle dei solidi	
Le molecole dei solidi si muovono in modo diverso che nei liquidi	
C'è uno spazio vuoto fra le molecole dei solidi e dei liquidi	
Le cellule sono uno speciale tipo di molecole	

4. Gli atomi dei centesimi

Le monete di 1 centesimo, di 2 centesimi, di 5 centesimi sono fatte di atomi ?
 Segna con una X le proprietà fisiche di un **singolo atomo**.



- | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> duro | <input type="checkbox"/> tenero | |
| <input type="checkbox"/> solido | <input type="checkbox"/> color rame | |
| <input type="checkbox"/> molto piccolo | <input type="checkbox"/> ha massa | |
| <input type="checkbox"/> sempre in moto | <input type="checkbox"/> non si muove | <input type="checkbox"/> freddo |
| <input type="checkbox"/> caldo | <input type="checkbox"/> lucente | <input type="checkbox"/> opaco |
| <input type="checkbox"/> fatto di particelle più piccole | | |
| <input type="checkbox"/> contiene principalmente spazio vuoto | | |

Descrivi il tuo pensiero sugli atomi che compongono le tre monete. Spiega le tue scelte sulla lista per descrivere gli atomi.

5. Ho compreso il concetto di densità ?

Investigazione 1

Procurati 3 palline di uguale volume, oppure 3 cubetti di volume uguale: di vetro, di legno di ulivo, di plastilina. Immergi i tre oggetti in una brocca d'acqua e rispondi alle seguenti domande.

Gli oggetti affondano o galleggiano nell'acqua ? Come spieghi quello che hai visto ? Se prendi oggetti più grandi, formati dagli stessi materiali, galleggiano o affondano come quelli piccoli ? Discuti con i tuoi compagni e registra il parere finale.

Investigazione 2

Procurati 3 palline oppure 3 cubi uguali di legno di ulivo. Procurati pure due vaschette contenenti la prima acqua e la seconda alcol.

Gli oggetti di legno affondano o galleggiano nel recipiente con acqua ?

Gli oggetti di legno affondano o galleggiano nel recipiente con alcol ?

Come spieghi quello che hai osservato ?

Se prendi oggetti più grandi in legno di ulivo, galleggiano o affondano come quelli piccoli ? Discuti con i tuoi compagni e registra il parere finale.

6. Le monete dei centesimi sono di rame ?

Questa esperienza servirà per calcolare la densità dei materiali costituenti le monete da 1, 2 e 5 centesimi. Lo scopo è quello di verificare se le monete sono di rame puro oppure sono costituite anche da altri metalli.

Come sai la densità la puoi calcolare dividendo la massa di un oggetto per il suo volume:

$$\text{densità} = d = \frac{\text{massa (in g)}}{\text{volume (in cm}^3\text{)}}$$

Dalla relazione scritta ricavi che, se aumenta la massa dell'oggetto, deve pure crescere, in proporzione, il suo volume. Difatti, il rapporto massa su volume, ossia la densità, è una proprietà *intensiva* caratteristica e costante del materiale con cui è stato fabbricato l'oggetto.



Materiali

30 monetine da 1 o 2 centesimi; bilancia digitale al centesimo di grammo (0,01 g); cilindro graduato da 50 cm³

Procedura

1. Determina la massa di 3 monetine alla bilancia digitale;
2. Determina il volume di 3 monetine, immergendole nel cilindro semipieno d'acqua.
Qual è il volume delle 3 monetine ?

3. Ripeti le operazioni 1. e 2. con un numero crescente di monetine e riporta i risultati in tabella:

Massa in g	Volume in cm ³

4. Costruisci il grafico, su carta millimetrata o quadrettata, ponendo sulle ascisse (x) i volumi e sulle ordinate (y) le masse del numero crescente di monetine.
5. Congiungi i punti ottenuti. Qual è la forma della curva ottenuta ?
6. Per determinare la densità del materiale delle monetine dovrai calcolare l'inclinazione della curva nella parte rettilinea.
7. L'inclinazione di una retta la puoi calcolare scegliendo due punti qualsiasi della retta, per esempio x_1 e y_1 per il primo punto e x_2 e y_2 per il secondo punto.
8. Determina le differenze ($\Delta x = x_2 - x_1 = \text{volume}$) e ($\Delta y = y_2 - y_1 = \text{massa}$) e calcola l'inclinazione della retta e quindi la densità col seguente rapporto:

$$\text{Inclinazione} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\text{massa (in g)}}{\text{volume (in cm}^3\text{)}} = \text{densità}$$

Domande

1. Qual è la densità del materiale delle monetine ?
2. Dalla Tavola Periodica ricava la densità dell'elemento rame.
3. Le monetine sono di rame ?
4. Fotografa con la macchina digitale le principali operazioni di pesata e di determinazione del volume delle monetine.
5. La massa di un oggetto cambia a temperatura più alta ?
6. Il volume di un oggetto cambia a temperatura più alta ?
7. Se riscaldi un oggetto, la sua densità subisce dei cambiamenti ?
8. La densità di un oggetto metallico è maggiore o minore a temperatura più alta di quella ambiente ?
9. Costruisci la mappa concettuale a partire dalla seguente *Domanda principale: quali sono le operazioni basilari per determinare la densità di un materiale ?*
10. *Ci sono altre investigazioni da fare per accertare la composizione metallica delle monetine ? Discuti col docente prima di avviare altre investigazioni.*

7. La densità delle palline di vetro colorate

Questa esperienza è leggermente diversa dalla precedente. Infatti, puoi determinare la densità del vetro con la stessa procedura del precedente esperimento, oppure determinare direttamente la massa e il volume di una singola pallina e quindi calcolare la densità del vetro.

8. I due oggetti sono fatti dello stesso materiale ?

Con quale investigazione puoi dimostrare che due oggetti sono formati dello stesso materiale ?

9. Affonda o galleggia ?

Puoi prevedere se i seguenti oggetti sferici galleggiano o affondano in una bacinella d'acqua. Perché galleggiano ? Perché affondano ?

Sfera	Affonda (A) Galleggia (G)	Volume (cm ³)	Massa (g)	Densità (g/cm ³)
Pallone di calcio				
Palla da Bowling per principianti				
Palla da tennis				
Arancia				
Palla da baseball				
Palla da golf				
Pallina di polistirolo				

10. È un solido ?



Indica con una X gli oggetti di questa lista che sono formati da materiali solidi a temperatura ambiente.

---latte

---aria

---elastico di gomma

---farina

- | | |
|--------------|------------------|
| ---legno | ---spugna |
| ---sale fino | ---olio di oliva |
| ---fumo | ---maionese |
| ---ghiaccio | ---ovatta |
| ---carta | ---polvere |

Spiega il ragionamento che ti ha consentito di stabilire quali oggetti sono solidi.

11. Lo zucchero è scomparso ?

Quali investigazione devi fare per convincere un collega che lo zucchero sciolto in acqua non è scomparso ? La massa si conserva sciogliendo lo zucchero in acqua ? E il volume si conserva ?

Come spieghi il fenomeno di solubilizzazione dello zucchero in acqua ?

È corretto dire che le molecole di zucchero, dopo la dissoluzione, si sono "nascoste" fra le molecole d'acqua ?

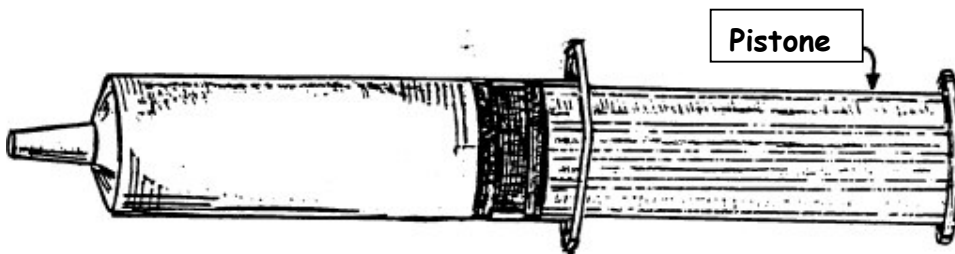
C'è spazio vuoto, c'è aria oppure c'è acqua liquida fra le molecole dell'acqua distillata ?

Si può progettare una analoga investigazione con il sale da cucina sciolto in acqua ?

Se sciogli il sale da cucina in acqua la massa si conserva ? E il volume si conserva ?

12. Il modello di gas

- A. La siringa è sigillata e contiene il gas elio. Disegna nella siringa 10 cerchietti o , che rappresentano gli atomi del gas elio.



1. Se comprimì il pistone:

- B. Disegna la siringa con la nuova posizione del pistone e gli atomi di elio nel suo interno.
- C. Gli atomi sono diminuiti di numero ?
- D. Sono diventati più piccoli, perché è aumentata la pressione ?

- E. La massa dell'elio è cresciuta, è diminuita o è rimasta la stessa ?
- F. La densità del gas è cresciuta, è diminuita o è rimasta la stessa ?
- G. Confronta il tuo pensiero con quello dei tuoi compagni.

2. Se sposti a destra, di poco, il pistone:

- A. Disegna la siringa con la nuova posizione del pistone e gli atomi di elio nel suo interno.
- B. Gli atomi sono cresciuti di numero ?
- C. Gli atomi sono più grandi, perché è aumentato lo spazio a disposizione ?
- D. La massa dell'elio è cresciuta, è diminuita o è rimasta la stessa ?
- E. La densità del gas è cresciuta, è diminuita o è rimasta la stessa ?
- F. Confronta il tuo pensiero con quello dei tuoi compagni.

13. Che cos'è l'aria ?

Muovi nell'aria un sacchetto aperto di plastica trasparente e, dopo aver raccolto l'aria, chiudi il sacchetto gonfio con un laccio.

- 1. Come sai che nel sacchetto c'è l'aria ?
- 2. Puoi sentire l'aria, se deformi il sacchetto con le mani ?
- 3. Se premi con forza il sacchetto fra le due mani cosa senti ?
- 4. Il mio amico dice che l'aria è formata da molecole tutte uguali. Tu cosa ne pensi ?
- 5. D'inverno, quando fa molto freddo, se espelli l'aria dalla bocca, noterai una specie di nebbia bianca. Che cos'è quella nebbia ?
- 6. L'aria espirata contiene altri gas ?
- 7. L'insegnante ti consegna una cannuccia da bibite e un bicchiere, contenente una soluzione blu (il colore è del colorante BTB). Usando la cannuccia, soffia a lungo nella soluzione blu, fino al cambiamento di colore.
- 8. In un secondo bicchiere, che contiene sempre la soluzione blu di BTB, versa dell'acqua frizzante Levissima. Che cosa osservi ?
- 9. L'acqua frizzante e il tuo respiro, che fanno cambiare colore al BTB, che cosa contengono ?

Per completare la comprensione della investigazione, gli allievi possono vedere anche il seguente filmato: <http://video.google.it/videoplay?docid=3932487430362878433>

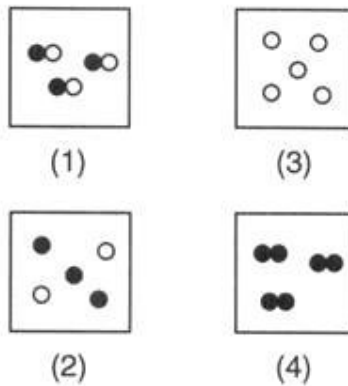
14. Possiamo "smontare" la molecola di CO₂ ?

La dimostrazione viene eseguita dal docente, in condizioni di completa sicurezza. In un cilindro contenete CO₂ si infila un fuscillo di legno acceso.

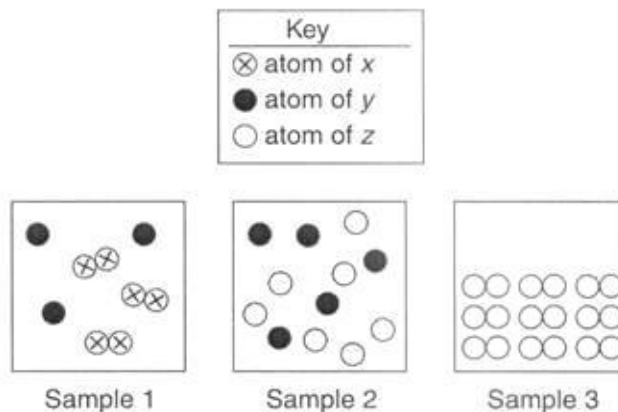
Cosa osservi ? Se il docente accende un nastro di magnesio e lo introduce nel cilindro di CO_2 , cosa osservi ? Perché il magnesio continua a bruciare e il fuscillo di legno si spegne ? Le evidenze sperimentali ti consentono di spiegare la reazione di combustione del magnesio ? In tutte le combustioni ci vuole ossigeno. Dove preleva l'ossigeno il magnesio, per continuare a bruciare ? Se, per ipotesi, il magnesio preleva l'ossigeno dalla molecola di CO_2 , cosa rimane ? Quali sono le evidenze che la combustione del magnesio ha "smontato" la molecola di CO_2 .

Valutazione

1. Quale figura descrive un miscuglio ? Racconta che cosa rappresentano le singole figure.

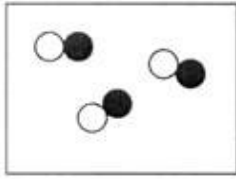


2. Puoi descrivere che cosa rappresentano le seguenti figure ?



3. Descrivi dettagliatamente che cosa rappresentano, a livello microscopico, le tre figure ?

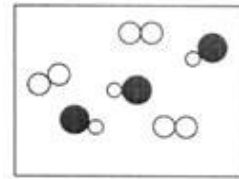
In quale figura, a livello microscopico, è disegnato il miscuglio HCl , F_2 ? Ricorda che i volumi dei tre atomi sono diversi $\text{Cl} > \text{F} > \text{H}$.



A

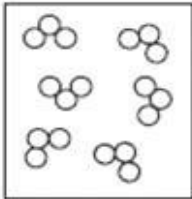


B

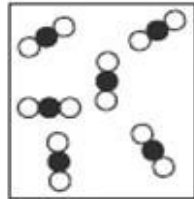


C

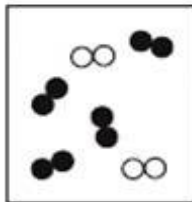
4. Che cosa raffigurano i disegni, a livello microscopico? Spiega dettagliatamente.



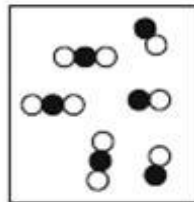
(1)



(3)

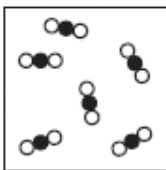


(2)

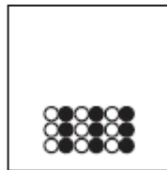


(4)

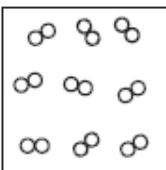
5. Quale figura, a livello microscopico, rappresenta il composto CO allo stato gassoso? Quale figura, a livello microscopico, rappresenta il composto CO allo stato solido? Che cosa rappresentano, a livello microscopico, le altre due figure? Descrivi dettagliatamente il tuo pensiero.



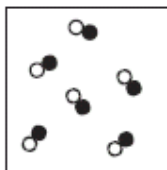
(1)



(3)

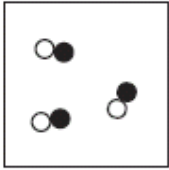


(2)

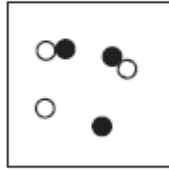


(4)

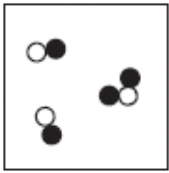
6. Quale figura, a livello microscopico, rappresenta un miscuglio di due elementi? Descrivi il tuo pensiero sul tipo di materiale e sullo stato fisico delle altre rappresentazioni.



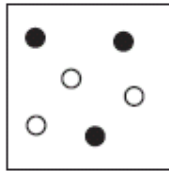
(1)



(3)



(2)



(4)

Appendice 2



Pensiero critico e metacognizione

Dopo ogni episodio di apprendimento, di risoluzione di un problema teorico o sperimentale, di una investigazione, non è sufficiente arrivare al *pensiero critico*, per raggiungere la comprensione profonda. Ci vuole un passaggio successivo, perché il pensiero critico non deve essere l'atto finale di un evento investigativo, ma rappresenta la "porta di ingresso" della metacognizione. I dati raccolti nei processi investigativi, dopo essere stati classificati, comparati, organizzati e così via, necessitano di varcare la "porta di ingresso" e di essere "elaborati" nella nostra mente ossia devono essere confrontati con quanto già conosciamo. Tale atto metacognitivo è *personale* e si ripete in ogni fase del processo di costruzione della conoscenza e consente di arrivare alla comprensione profonda delle idee della scienza e alla competenza disciplinare. Gli allievi hanno bisogno di essere addestrati ad *imparare come imparare*, ossia come porre domande, come investigare, come acquisire l'abilità a riflettere sul *proprio pensiero* e a discuterne con gli altri, come organizzare i concetti appresi in mappe concettuali. In definitiva, come usare al meglio la propria mente ! L'importanza della metacognizione non è legata solamente alla comprensione del testo scientifico, che richiede riflessioni ripetute, domande e discussioni fra allievi e docente. Molti educatori danno pari importanza al continuo *monitoraggio* delle *riflessioni* e dei *ragionamenti*, che seguono ogni atto investigativo.

Pensiero critico - Generalizzare

1. Spiega, con le tue parole, come i satelliti e i computer hanno migliorato l'accuratezza delle carte geografiche.
2. Perché non puoi basarti su un unico test o proprietà nella identificazione di un minerale?

Pensiero critico - Applicare i concetti

1. Il diametro della Terra è circa 13000 km. Se un mappamondo ha il diametro di 0,5 m, scrivi la scala del mappamondo con un rapporto. Un solo cm sul mappamondo a quale distanza corrisponde sulla Terra ?

2. Spiega il ruolo degli elementi, delle soluzioni e dei composti nei processi di formazione dei minerali in fondo agli oceani.

Pensiero critico - Inferire

Un aereo vola verso ovest a 1000 km all'ora. Che cosa puoi inferire sulla rotta dell'aereo rispetto alle linee di latitudine e di longitudine? Spiega ogni cosa.

Pensiero critico - Osservare

Usando un atlante trova la latitudine e la longitudine di Roma. Quali città hanno la stessa latitudine di Roma? Quali città hanno la stessa longitudine?

Pensiero critico - Confrontare e comparare

1. Che cosa hanno in comune i tre principali gruppi di rocce? In che cosa differiscono?
2. Il basalto e il granito in che cosa sono simili e in che cosa differiscono?
3. In che cosa sono uguali e in che cosa differiscono il mantello e il nucleo della Terra?

Pensiero critico - Problem solving

La comunità ha deciso di costruire uno zoo. Mediante una mappa della zona puoi aiutare a scegliere la migliore località?

Pensiero critico - Classificare

1. L'acqua può essere considerata un minerale?
2. L'ossidiana si forma quando il magma si raffredda rapidamente, creando un tipo di vetro. Nel vetro le particelle non sono sistemate in modo ordinato come in un cristallo. L'ossidiana può essere classificata come un solido? Spiega perché sì oppure perché non.

Pensiero critico - Correlare cause ed effetti

1. Un minatore trova una vena di argento. Descrivi il processo con cui potrebbe essersi formata la vena.
2. Perché è poco probabile trovare fossili nelle rocce metamorfiche piuttosto che nelle rocce sedimentarie?

Pensiero critico - Prevedere

1. Che cosa accade se non si aggiunge sufficiente cromo e nickel nel bagno di formazione dell'acciaio inossidabile?
2. Che cosa accade al flusso delle rocce calde nel mantello, se il nucleo si raffredda?