

Suggerimenti per la progettazione sul tema

“Trasformazione”

Introduzione

“Trasformazione” è una parola con una carica semantica incredibilmente ampia. Il concetto ad essa associato è emblematicamente unificante e andrebbe costruito a scuola attraverso tutte le discipline in modo che possa emergere la sua trasversalità e la sua pervasività.

In ambito scientifico la parola trasformazione viene ridimensionata nella sua carica semantica o specificando il soggetto di questa trasformazione, quando si parla, ad esempio, di trasformazioni della materia o attraverso l'aggiunta di aggettivi che riferiscono la trasformazione ad una specifica disciplina scientifica. Si circoscrive, infatti, l'ambito quando ci si riferisce a trasformazioni biologiche, a trasformazioni geologiche, a trasformazioni chimiche e a trasformazioni fisiche.

Le trasformazioni della materia, insieme a proprietà e struttura, rappresentano uno dei nuclei concettuali su cui si fonda la Chimica. Noi facciamo esperienza quotidiana della materia; ad esempio possiamo osservare e manipolare un pezzo di granito per constatarne la composizione fatta di differenti costituenti. Lo stesso dicasi per miscele di sabbia e limatura di ferro, sabbia e sale, acqua ed alcool. In questi casi sono le tecniche di separazione (filtrazione, centrifugazione, separazione magnetica, cristallizzazione, distillazione, cromatografia, estrazione con solvente, ecc.) delle miscele a operare le trasformazioni.

Sostanza è un tipo di materia non separabile in parti con le tecniche sopraelencate, dotata di definite proprietà fisiche e chimiche, rappresentate da grandezze caratteristiche (es. densità, temperatura di ebollizione, di fusione, solubilità, indice di rifrazione, ecc.).

Le singole particelle che la identificano (atomi, molecole, ioni) possono aggregarsi negli stati condensati della materia (liquido e solido).

Le trasformazioni delle sostanze possono essere:

- 1) processi in cui il cambiamento riguarda lo stato di aggregazione della sostanza (solido, liquido, aeriforme), ma non la natura della sostanza (le particelle che la costituiscono, unità costitutive, restano le stesse, mentre cambia la libertà di movimento relativo di ognuna rispetto alle altre). Anche la massa si conserva.
- 2) processi in cui cambia la natura delle sostanze: le unità costitutive cambiano. Le sostanze che si formano, i “prodotti” sono diverse dalle sostanze che si consumano, i “reagenti”.

Nelle trasformazioni chimiche (reazioni chimiche) alcune sostanze si trasformano in altre sostanze diverse, mentre la somma delle masse delle sostanze che si consumano è sempre uguale alla somma delle masse delle sostanze che si formano.

Argomenti di riferimento possono dunque essere:

Le sostanze pure

I passaggi di stato

Il processo di dissoluzione

Le reazioni chimiche

Equilibri in soluzione acquosa: acidi e basi

Su alcuni di questi argomenti, prendendo come riferimento percorsi didattici messi a punto e sperimentati nell'anno scolastico 2007-2008 in alcuni Presidi, mostreremo alcune loro caratteristiche concernenti aspetti caratterizzanti il piano ISS (per esempio verticalità, didattica laboratoriale, contesti di senso, ecc.) e commenteremo le soluzioni adottate cercando di mettere in evidenza gli aspetti positivi e le criticità. Per ciascun argomento il materiale presentato sarà preceduto da una breve introduzione che ne giustifica la scelta.

Stati di aggregazione e passaggi di stato

a cura di Daniela Lanfranco

1. Rilevanza dell'argomento

Le conoscenze che consente di far acquisire agli studenti appaiono requisiti fondamentali per affrontare lo studio di diverse discipline scientifiche, come mostrano le indicazioni relative ai programmi dell'area scientifica di tutti i livelli scolastici. Infatti è un tema che si presta bene alla verticalità: offre spunti di riflessione sugli aspetti fenomenologici che lo caratterizzano, fondandosi su percezioni sensoriali e indagini qualitative e comparative, fino a comprendere misure quantitative e strumentali.

Come tutti gli altri temi, può e deve essere affrontato con gradualità anche dal punto di vista linguistico, passando da un iniziale uso di parole del linguaggio comune a termini specifici che consentono l'acquisizione di un lessico specifico e contribuiscono a sviluppare la capacità di leggere e ricavare grafici e tabelle. La familiarità di questo tema lo può far apparire quasi "banale", può far credere che sia sufficiente trattarlo rapidamente, perché sembra sufficiente richiamare concetti che sono già in qualche modo presenti nella struttura cognitiva degli allievi. In realtà, numerose indagini, condotte sia in Italia che all'estero, mostrano come permangano numerose concezioni alternative tra gli allievi anche dopo la scuola secondaria superiore e l'università. Infatti spesso tutto ciò che si conosce dei passaggi di stato si limita a uno schema in cui i termini "solido", "liquido" e "aeriforme" sono tra loro correlati da frecce con sopra scritto il nome dei processi: "fusione", "solidificazione", ecc. e a poco di più. Anche autorevoli libri di testo dedicano spazi molto limitati a questo argomento che invece è concettualmente ricco e ben si presta ad attività di didattica laboratoriale. La consapevolezza di tale potenzialità educativa emerge se nel proprio insegnamento si privilegia una dimensione riflessiva non solo nel lavoro che si fa svolgere agli allievi ma anche nel momento in cui si rivisitano i concetti che lo caratterizzano.

2. Sviluppo verticale

- Scuola Primaria

I bambini già in età prescolare fanno esperienza di passaggi di stato: la neve che perde a poco a poco la sua compattezza fino a diventare liquida, il ghiacciolo che cola sulle mani ridotto a sciroppo colorato, lo specchio del bagno che si appanna dopo la doccia, ecc. Partendo da queste esperienze di vita vissuta, nella scuola primaria si può iniziare un lavoro sistematico di individuazione delle variabili in gioco nel processo di trasformazione. Come varia il tempo di fusione di una stessa quantità di ghiaccio al variare della temperatura (in frigorifero, a temperatura ambiente, nel pentolino sul gas)? Come varia il tempo di fusione di quantità (masse) diverse di ghiaccio nelle stesse condizioni di temperatura? E ancora: perché l'acqua delle pozzanghere poco per volta sparisce? In quali condizioni i panni stesi asciugano più in fretta: al sole o in ombra, quando la giornata è più o meno ventilata, quando sono stesi allargati o ripiegati? Che cosa si osserva quando l'acqua sul fuoco bolle? Ciascuna di queste domande e molte altre ancora possono costituire lo stimolo per progettare insieme ai bambini esperienze semplici, ma sicuramente formative se attuate mediante il coinvolgimento, durante tutte le varie fasi, degli alunni. Il bambino che si sente protagonista, infatti, accoglie, con la curiosità e lo spirito critico tipico dell'età, la sfida di un'indagine di tipo scientifico. Impara a fare uso dei propri sensi per fare osservazioni di tipo qualitativo, a descrivere ciò che osserva con linguaggio adeguato, ad eseguire semplici misurazioni in modo corretto, a raccogliere dati e a confrontarli, a fare previsioni e a verificarle. Molto importante è educare il bambino ad individuare le grandezze che vengono messe in gioco, a metterle in relazione tra di loro facendo ben attenzione a non farne mai variare più di una per volta per non correre il rischio di non poter trarre conclusioni significative. Nella scuola primaria, ma non solo, l'obiettivo è far sì che il bambino trovi in ciò che fa a scuola la spiegazione di ciò che osserva

nella realtà e che riconosca nei fenomeni della realtà i principi scientifici acquisiti a scuola. La scuola primaria riveste infatti un ruolo fondamentale nel processo di costruzione delle conoscenze/competenze scientifiche ed è importante che guidi i bambini nel processo educativo di concettualizzazione e formalizzazione dei principi scientifici di base, a partire dalle loro conoscenze. Per vari motivi, soprattutto di sicurezza e di attrezzature, la principale sostanza di riferimento per lo studio dei passaggi di stato nei primi anni scolastici è l'acqua. L'acqua che bolle e che evapora, oppure l'acqua che solidifica, quindi l'acqua che si trasforma, pur rimanendo sempre acqua. E se l'acqua è il componente di una miscela? Ecco allora che si parla di miscugli omogenei e/o eterogenei. L'acqua che scioglie, o che non scioglie, le tecniche di separazione, ecc. Poco importa se è la necessità di recuperare l'acqua da una soluzione che conduce dai miscugli ai passaggi di stato o se dai passaggi di stato si arriva ai miscugli, in ogni caso è importante che i processi di trasformazione siano indagati e confrontati per coglierne affinità e differenze. Il docente deve ovviamente avere ben chiare le correlazioni tra i vari argomenti, sia in ambito verticale che trasversale e deve saper operare delle scelte in funzione della programmazione collegiale e delle peculiarità della classe.

- Scuola Secondaria di Primo Grado

Può essere approfondito lo studio del processo di fusione, per esempio allargandolo a sostanze diverse dell'acqua, si possono fare esperienze per pervenire ad una più consapevole conoscenza della differenza nel processo dell'evaporazione in corrispondenza del punto di ebollizione o al di sotto di esso, si possono indagare i fenomeni dell'abbassamento crioscopico e dell'innalzamento ebullioscopico, ecc. In realtà non si può e non si deve stabilire una scaletta rigida su ciò che deve essere fatto alla scuola primaria e ciò che invece deve essere rinviato alla secondaria di primo grado. Possono benissimo essere perseguiti gli stessi obiettivi e far riferimento ad esperienze più o meno simili, ciò che deve evolvere, passando da un livello scolastico all'altro, è il grado di autonomia degli studenti che devono poter fare scelte sempre più consapevoli, saper correlare un maggior numero di conoscenze pregresse, saper far corretto uso di semplici strumenti matematici ed informatici per elaborare e interpretare dati. Le esperienze possono essere più articolate e si può pervenire ad un più approfondito livello interpretativo, sia macroscopico che microscopico.

Anche per gli alunni di questa fascia di età è fondamentale essere coinvolti in prima persona nell'analisi della situazione problematica e nella formulazione di ipotesi, prima individuali, poi condivise nel piccolo gruppo ed infine discusse collettivamente. Soprattutto se già abituati dalla scuola primaria ad una metodologia di questo tipo, gli alunni traggono grande profitto da questo modo di procedere, anche in termini di competenze trasversali.

Tanto per cominciare gli studenti sono costretti ad argomentare, quindi a far ricorso a conoscenze pregresse, o a esperienze vissute, per difendere le proprie ipotesi dalle obiezioni altrui. Si instaura una dinamica per cui gli alunni si confrontano, si correggono a vicenda, colgono negli interventi dei compagni spunti per rilanciare verso ipotesi più attendibili e/o argomentazioni più convincenti, fino ad arrivare a conclusioni condivise. Nel contempo, imparano anche a rinunciare alle proprie ipotesi quando ravvisano in quelle di un compagno motivazioni migliori. La necessità di farsi capire bene li spinge ad utilizzare un linguaggio chiaro che, poco per volta, diventa sempre più adeguato e specifico della disciplina.

Nella scuola secondaria di primo grado gli alunni iniziano ad avere conoscenze e abilità matematiche tali da poter elaborare in modo sufficientemente autonomo i dati delle esperienze e, tuttavia, i problemi non mancano. La costruzione dei grafici, per esempio, pone sempre delle difficoltà ed è importante che questa attività non si riduca ad uno sterile esercizio fine a se stesso. Le esperienze sui passaggi di stato offrono un ottimo contesto di senso per perseguire questa competenza. Il grafico temperatura/tempo relativo alla fusione di una sostanza solida, per esempio un cubetto di stagno, è leggibile solo se la curva è centrata rispetto agli assi di riferimento. Tale risultato presuppone che l'alunno sappia scegliere scale adeguate e sappia inserire correttamente i valori. Se non lo sa fare, il grafico non sarà utilizzabile, o, peggio, fornirà dati fuorvianti. Infatti,

solo se il grafico è stato costruito in modo corretto ed è agevolmente leggibile è possibile utilizzarlo per avanzare interpretazioni del fenomeno indagato.

A titolo esemplificativo rimandiamo al percorso “Stati della materia e passaggi di stato” consultabile nella piattaforma ANSAS - area “Lavori dei presidi – Trasformazioni”

- *Scuola Secondaria di Secondo Grado*¹

Poiché dopo il biennio le scelte degli studenti possono essere variamente orientate, o verso l’approfondimento delle discipline scientifiche, o verso il loro abbandono, è necessario che entro tale limite gli studenti abbiano acquisito, in termini di conoscenze, abilità e competenze, quelle irrinunciabili per i passaggi di stato.

Per quanto riguarda le conoscenze riteniamo che al termine del biennio gli studenti debbano sapere che:

- i passaggi di stato sono processi invertibili
- i punti di transizione sono dati caratteristici delle sostanze pure e possono essere utilizzati per il loro riconoscimento
- i punti di transizione da uno stato all’altro sono gli stessi nei due sensi ($T_{\text{fus}}=T_{\text{sol}}$; $T_{\text{eb}}=T_{\text{cond}}$)
- durante i passaggi di stato c’è la coesistenza di due diverse fasi (solido/liquido – liquido/aeriforme)
- nei passaggi di stato la massa si conserva (grandezza invariante), il volume no (grandezza variabile)
- le temperature di transizione non dipendono dalla massa della sostanza
- al di sotto dei punti di transizione l’energia fornita attraverso calore genera un aumento dell’energia cinetica e quindi un aumento di temperatura. In prossimità dei punti di transizione questa energia viene invece utilizzata per far avvenire il passaggio di stato. L’energia fornita attraverso calore in questo intervallo di tempo, chiamata “calore latente di fusione/ebollizione” è uguale a quella ceduta attraverso calore nel passaggio inverso, denominata “calore latente di solidificazione/condensazione”
- le sostanze cristalline, nelle quali c’è una disposizione ordinata degli atomi, hanno punti di transizione ben netti e la relative curve temperatura/tempo presentano soste termiche
- le sostanze amorfe, nelle quali non c’è una disposizione ordinata degli atomi, non hanno punti di transizione netti
- il passaggio da liquido ad aeriforme è un fenomeno che può avvenire a qualunque temperatura. In corrispondenza del punto di ebollizione il processo riguarda tutta la massa di sostanza (vaporizzazione), al di sotto del punto di ebollizione riguarda solo gli strati superficiali del liquido (evaporazione)
- il passaggio di stato da aeriforme a liquido si chiama liquefazione se l’aeriforme è un gas, condensazione se l’aeriforme è un vapore (per ciascun aeriforme esiste un valore di temperatura, detta critica, al di sotto del quale l’aeriforme è un vapore e al di sopra del quale è un gas)
- il volume diminuisce nel passaggio da liquido a solido, tranne che per l’acqua per la quale il volume aumenta
- il comportamento anomalo dell’acqua fa sì che, a parità di massa, il ghiaccio abbia un peso specifico minore dell’acqua liquida e galleggi su di essa.
- le soluzioni saline hanno un punto di fusione più basso del solvente puro. Questo fenomeno prende il nome di abbassamento crioscopico
- le soluzioni saline hanno un punto di ebollizione più elevato dei solventi puri. Questo fenomeno è noto come innalzamento ebullioscopico
- alcune sostanze passano direttamente dallo stato solido a quello aeriforme (sublimazione) e viceversa (brinamento)
- tutti i passaggi di stato sono influenzati dalla pressione

¹ Biennio

Molte di queste conoscenze dovrebbero già essere state acquisite nei livelli scolastici precedenti e richiedere quindi solo alcune puntualizzazioni. Per eventuali esperienze che debbano essere fatte ci si deve attendere un elevato grado di partecipazione degli allievi in termini di progettazione autonoma e di destrutturazione del protocollo chiuso (esperimento) con apertura all'esperienza che, invece, tiene conto delle possibili scelte. Nell'allegato 1 è riportata, a titolo esemplificativo, una possibile traccia per la progettazione di un'esperienza di fusione di sostanze solide pure cristalline e amorfe e negli allegati 2a e 2b un esempio di destrutturazione del protocollo di fusione con relativa "esplicitazione dei perché" elaborato dal Gruppo "Trasformazioni 2" nel corso del Seminario di formazione ISS – Milano ottobre 2007.

I passaggi di stato afferiscono disciplinarmente tanto a chimica, quanto a fisica per cui devono essere ricercate le correlazioni in tal senso soprattutto relativamente al ruolo che l'energia svolge in questi processi di trasformazione. Ad esempio, il ruolo del calore latente può essere non solo interpretato, ma anche misurato. Esperienze di determinazione sperimentale del calore latente di fusione del ghiaccio e/o del calore latente di vaporizzazione dell'acqua richiedono una progettazione non banale e una esecuzione attenta perché errori anche lievi nella determinazione delle masse o nella rilevazione delle temperature porta a risultati sperimentali anche molto distanti dai valori tabulati.

Per gli studenti non è facile arrivare ad impostare l'equazione calorimetrica corrispondente alla situazione problematica in esame, ma è comunque opportuno che tale equazione non sia fornita tout court dal docente, ma che sia il risultato del ragionamento della classe circa l'individuazione del componente che cede calore, di quello che lo acquista e delle condizioni che portano all'equilibrio termico. Pur trattandosi di un'equazione di primo grado, i calcoli tendono a spaventare gli alunni, a causa dei grandi numeri e del fatto che le rassicuranti X e Y sono sostituite da grandezze fisiche quali la massa, la temperatura, il calore specifico e il calore latente. Un primo momento di disorientamento è normale, ma gli studenti che continuano a trovarsi in difficoltà rivelano di aver acquisito, relativamente alle equazioni, un meccanismo ripetitivo di soluzione, ma di non averle realmente comprese e di non riconoscerle in ambiti diversi da quello matematico.

Nel biennio della scuola superiore trova risposta anche l'anomalo comportamento dell'acqua che presenta densità minore allo stato solido che allo stato liquido. Il fatto che il ghiaccio galleggi sull'acqua ha implicazioni importantissime per la vita sul nostro pianeta perché consente la vita marina al di sotto dello strato di ghiaccio. Nei livelli scolastici precedenti tale fenomeno è il punto di partenza per svariate trattazioni interdisciplinari, ma non può essere interpretato a livello microscopico. Occorrono, infatti, conoscenze chimiche più avanzate, in quanto è dovuto all'influenza che il legame a idrogeno ha sulla forma delle strutture cristalline. Nell'acqua allo stato solido da ogni atomo di ossigeno partono quattro legami, due a ponte di idrogeno che lo collegano ad altre due molecole di acqua e due legami covalenti che lo uniscono ai due atomi di idrogeno della propria molecola. Questi quattro legami hanno simmetria quasi tetraedrica e conferiscono al ghiaccio una struttura cristallina che comporta un aumento di volume rispetto allo stato liquido. Il legame a idrogeno, in quanto provoca un'associazione tra le molecole d'acqua, ne spiega anche i valori elevati della temperatura di ebollizione, del calore specifico, della viscosità e della tensione superficiale.

Il processo di solubilizzazione

a cura di Silvia Ripoli e Silvana Saiello

1. Rilevanza dell'argomento

Lo studio e l'esperienza del processo di solubilizzazione consentono non solo di avviare alla comprensione e allo sviluppo dei concetti unificanti² le discipline scientifiche ma anche di promuovere "competenze più ampie e trasversali", come prevedono le Indicazioni per il curricolo.

I contesti di senso sono molto facili da individuare sia nell'ambito della Chimica (ad esempio tutto ciò che si osserva nella preparazione di alcuni specifici alimenti, tutto ciò che si osserva nell'utilizzo dei detergenti, ecc), sia in altre discipline in cui il concetto di soluzione e i suoi corollari sono un requisito (ad esempio la vita nelle "acque" che invece sono soluzioni acquose, l'intensità di coloranti, che dipende dalla concentrazione di colore di una soluzione, ecc), sia in diversi ambiti delle attività umane (ad esempio l'estrazione del salgemma, i processi di purificazione, l'uso quotidiano/domestico di soluzioni).

Osservare e descrivere la dissoluzione di un solido in acqua favorisce "l'acquisizione di linguaggi funzionali a dare adeguata forma al pensiero scientifico", "guidando i ragazzi dal pensiero spontaneo fino a forme di conoscenza sempre più coerenti e organizzate"³.

Lo stesso tema offre la possibilità di scansioni temporali lungo uno sviluppo verticale che comincia con la definizione operativa di soluzione nella scuola primaria e si conclude con la determinazione quantitativa della solubilità di alcune sostanze nella scuola secondaria.

Nella redazione di questo documento si è utilizzato come percorso di riferimento un lavoro realizzato nel Presidio ISS di Bari: Scuola Secondaria di I grado "Michelangelo" di Bari, *"Le Trasformazioni: un percorso verso le soluzioni acquose"*.

All'indirizzo <http://puntoeduri.indire.it/poseidon/proge...ra&objcode=1468> è reperibile una ricca documentazione di tutti i lavori del Presidio, insieme ad un documento [sintesi_trasformazioni_bari_01], nel quale oltre alla sintesi del lavoro del Presidio si analizza in dettaglio un percorso, riportando domande stimolo, risposte dei ragazzi, spunti per eventuali nuovi percorsi.

2. Sviluppo verticale

Il fenomeno della solubilizzazione risulta didatticamente significativo poiché porta allo sviluppo di concetti unificanti delle scienze (costanza, cambiamento, sistema...), è richiamato nell'affrontare diversi contenuti scientifici e si inserisce nelle relazioni tra i componenti biotici e abiotici del sistema ambiente e delle attività umane.

Inoltre, dal punto di vista didattico, il processo di solubilizzazione può essere affrontato con metodologie operativo-laboratoriali che richiedono strumentazioni e materiali di facile reperibilità, ne consegue che il processo di solubilizzazione:

- rappresenta un importante esempio di trasformazione della materia;
- sviluppa concetti e procedimenti caratteristici delle scienze;
- è requisito per contenuti in diversi ambiti scientifici;
- permette di interpretare fenomeni naturali e attività umane.

Il processo di solubilizzazione si presta ad essere affrontato gradualmente nei tre ordini di scuola come riportato nella proposta di sviluppo verticale in Tabella 1. Tutte le attività sono state

² Sistema, ordine, organizzazione; Evidenze, modelli e spiegazioni; Misura, cambiamenti e costanza; Evoluzione ed equilibrio; Forma e funzione

³ Dalle Indicazioni per il curricolo, pag.100

progettate e svolte con una metodologia di lavoro condivisa tra tutor e docenti che ha ben interpretato gli indicatori del Piano ISS ed in particolare la “didattica laboratoriale” nel senso ampio del termine. La posizione dello studente è stata centrale in ogni fase del lavoro che è stato così articolato:

- domande o racconti proposti per condividere con i ragazzi l’obiettivo.
- in piccoli gruppi i ragazzi manipolano, operano, provano, misurano, osservano.
- ciascuno alunno scrive le sue osservazioni e riflessioni su quello che ha fatto.
- nel gruppo classe si discute e si concordano risultati e/o definizioni operative.
- gli alunni, discutendo tra loro e con l’insegnante, ricostruiscono il percorso didattico [perché lo faccio; come lo faccio; come metto ordine in cose che appaiono complesse; come scelgo le parole adatte a descrivere in maniera ordinata cose complesse].
- gli alunni, discutendo tra loro e con l’insegnante, decidono come raccontare le esperienze vissute
- singolarmente si consolida il concetto costruito, ad esempio con relazioni, questionari o con esercitazioni numeriche.

Tabella 1

	Contenuti	Spunti di riflessione disciplinari	Avvio ai concetti unificanti
SCUOLA PRIMARIA	Le caratteristiche macroscopiche dell’acqua liquida	<ul style="list-style-type: none"> - La forma cambia ma la quantità rimane la stessa. - Forma di una goccia - La superficie dell’acqua può sostenere un ago. - L’acqua “entra” nella carta. - L’acqua sale in un tubicino piccolo piccolo, come negli steli dei fiori. 	<i>L’osservazione del comportamento di un liquido può diventare il pretesto per avviare al concetto di COSTANZA E CAMBIAMENTO.</i>
	Le caratteristiche macroscopiche dei soluti	<ul style="list-style-type: none"> - Le polveri sono tutte uguali? - Posso trasformare polveri formate da pezzi grossi in polveri formate da pezzetti sempre più piccoli: Che cosa è successo? Che cosa è cambiato? Che cosa non è cambiato? 	<i>La discussione di caratteristiche di polveri più o meno sottili può diventare un pretesto per avviare ai concetti di SISTEMA, ORDINE E ORGANIZZAZIONE.</i>

	L'osservazione e le considerazioni sul mescolamento di solidi e acqua	<ul style="list-style-type: none"> - Proviamo e riproviamo: alcune polveri scompaiono nell'acqua altre non scompaiono. - I granelli diventano sempre più piccoli fino a scomparire. 	<i>L'osservazione di quello che accade quando si introduce in acqua un solido (bianco o di altro colore), sotto forma di polvere più o meno fine è un utile esercizio per mettere in evidenza, che nelle trasformazioni non c'è solo un prima e un dopo, ma anche un durante e quindi un'EVOUZIONE.</i>
	Le soluzioni	Definizione operativa di soluzione	<i>La definizione operativa di soluzione può avviare al concetto di SISTEMA.</i>
	Contenuti	Spunti di riflessione disciplinari	Avvio ai concetti unificanti
SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO	I numeri nelle soluzioni: il pesare; il volume; la composizione/concentrazioni	<ul style="list-style-type: none"> - Gli strumenti di misura: la bilancia, i cilindri graduati. - La Composizione/Concentrazione come RAPPORTO tra due numeri risultato di due misure. - La Composizione/Concentrazione cambia se cambia uno dei termini del RAPPORTO. 	<i>La preparazione quantitativa di soluzioni porta a sviluppare i concetti di MISURA, CAMBIAMENTO/COSTANZA.</i>
	Un tentativo di determinare la solubilità di polveri diverse	<ul style="list-style-type: none"> - La preparazione di soluzioni sature: quali problemi? - La Composizione/Concentrazione della soluzione acquosa satura di una "polvere" è la solubilità di quella "polvere". - All'aumentare della sua quantità nell'acqua la polvere si scioglie sempre più lentamente ed è molto difficile apprezzare quando non se ne scioglie più. 	<i>La determinazione della solubilità di sostanze differenti porta a sviluppare i concetti di MISURA, CAMBIAMENTO/COSTANZA e possono essere forniti MODELLI e SPIEGAZIONI basati sulle evidenze sperimentali.</i>
	Tecniche di separazione dei componenti di una soluzione: l'evaporazione	<ul style="list-style-type: none"> - Come posso dimostrare che cosa evapora da una soluzione acquosa di una polvere? - Che fine fa il liquido che evapora? - L'evaporazione è un fenomeno che avviene nel tempo. - Come posso misurare la velocità di evaporazione? - Quali sono i parametri che la modificano? 	<i>L'osservazione attenta dei processi di separazione contribuisce al consolidamento dei concetti di SISTEMA, ORDINE E ORGANIZZAZIONE. Inoltre, sono sviluppati anche la MISURA di grandezze e il CAMBIAMENTO/COSTANZA e possono essere forniti MODELLI e SPIEGAZIONI basati sulle evidenze sperimentali.</i>

	Contenuti	Spunti di riflessione disciplinari	Avvio ai concetti unificanti
SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO	Modi di esprimere la concentrazione	La Concentrazione Molare, una grandezza numerica che fornisce informazioni sulla composizione microscopica del sistema soluzione.	<i>La preparazione quantitativa di soluzioni e la gestione dei modi di esprimere le concentrazioni porta a sviluppare i concetti di MISURA, CAMBIAMENTO/COSTANZA.</i>
	Preparazione di soluzioni a concentrazione nota	Peso, misuro volumi, mescolo, calcolo rapporti(concentrazioni/composizioni): operazioni pratiche descritte da numeri e numeri per descrivere il sistema ottenuto.	
	La diluizione	- Mescolo acqua con soluzioni a composizione/ concentrazione nota. - Misuro e calcolo. - Operazioni pratiche descritte da numeri e numeri per descrivere il sistema ottenuto.	
	La determinazione corretta della solubilità	- Una soluzione in presenza di un corpo di fondo è certamente satura. - Posso pesare la soluzione e, dopo evaporazione dell'acqua, peso la polvere completamente asciutta.	<i>La determinazione corretta della solubilità sviluppa i concetti di MISURA, CAMBIAMENTO/COSTANZA e porta a fornire MODELLI e SPIEGAZIONI basati sulle evidenze sperimentali.</i>
	Velocità di evaporazione dell'acqua pura e dell'acqua da una soluzione satura e non satura. I parametri che la influenzano.	- L'evaporazione: velocità e concentrazione.	<i>Possono essere sviluppati i concetti di MISURA CAMBIAMENTO/COSTANZA, ma anche forniti MODELLI e SPIEGAZIONI.</i>

3. Note e aspetti critici del percorso

Nello sviluppo dei contenuti relativi al processo di solubilizzazione è inevitabile introdurre termini specifici del tutto nuovi per gli allievi o con un nuovo significato rispetto a registri linguistici non scientifici. Sotto questo aspetto, a tutti i livelli scolastici, è importante introdurre parole che per gli allievi abbiano significato condiviso e siano utili e utilizzate, ovvero sarebbe opportuno non introdurre termini specifici fini a se stessi. Un lavoro linguistico approfondito, che cominci nella scuola primaria, dovrebbe guidare il processo da parola a termine attraverso l'attribuzione di significato sulla base di osservazioni e descrizioni condivise.

E' necessario sottolineare che sarebbe meglio evitare di utilizzare spunti di riflessione i quali portino *esclusivamente* ad aspetti che, per una piena comprensione, richiedono spiegazioni non accessibili al livello scolastico in questione. Nel caso questo accada (ad es. è frequente per "le

caratteristiche macroscopiche dell'acqua liquida), può essere utile guidare gli allievi a fornire, sulla base delle osservazioni a loro *realmente accessibili*, una spiegazione – provvisoria – del fenomeno. In altre parole, in tali situazioni, dovendo necessariamente rispondere ad un'esigenza degli alunni, sarebbe auspicabile stimolare la formazione di un modello esplicativo adeguato ma provvisorio (ad esempio evitando metafore troppo incisive), nell'idea che quel modello non debba essere così forte da divenire ostacolo per l'apprendimento successivo.

Durante le esperienze si può essere indotti al confronto di quanto percepito con i cinque sensi, spesso al fine di evidenziarne la scarsa efficacia analitica. A questo proposito è opportuno non stimolare affatto (!) l'uso del gusto, del tatto e dell'olfatto ai fini di un'educazione alla sicurezza. Evitare cioè di assaggiare o annusare intensamente ciò di cui non si conosce la tossicità o le condizioni igieniche; sostituire al tatto l'uso di spatole o utensili simili, al fine di saggiare qualitativamente la granulometria di una polvere, la sua igroscopicità o la viscosità di un liquido.

Per esigenze di classificazione, si è indotti a distinguere tra due grandi categorie di sistemi ottenuti mettendo insieme due o più COSE diverse: quella delle soluzioni e quella delle non-soluzioni. La prima categoria corrisponde, di fatto, ad un unico sistema ben definibile anche solo dal punto di vista operativo; la seconda categoria, invece, comprende più sistemi, ognuno con una sua propria definizione (sistema macroscopicamente eterogeneo, colloide, emulsione, schiuma, fumo...). Parlare quindi di NON-SOLUZIONI potrebbe indurre qualche fraintendimento.

Il percorso di solubilizzazione ha alcuni aspetti che avviano al concetto di sostanza (ad es. osservazione delle caratteristiche di soluti e solventi, separazione dei componenti di una soluzione), tuttavia si è preferito evitare il più possibile l'impiego di questo termine, rinviando ad un percorso specifico la costruzione del concetto di sostanza.

Se è vero che il concetto di sostanza è molto delicato, certamente lo è anche quello di "quantità chimica di sostanza/mole". Appropriarsene non è affatto facile, sono necessarie ulteriori conoscenze se non li si vuole ridurre a parole più o meno corrette, ma vuote di significato per chi le pronuncia.

E' utile sottolineare che:

- 1) è possibile gestire i concetti/operazioni "diluizione" e "mescolamento" anche solo pesando e misurando volumi, con l'unico limite di esprimere la composizione di una soluzione in due soli modi diversi
- 2) l'avvio all'aspetto microscopico ("quantità chimica di sostanza/mole") richiede un ulteriore percorso che abbia l'obiettivo di chiarire oltre al concetto di sostanza, anche quello di massa atomica relativa e formula chimica.

Reazioni di ossido-riduzione

La corrosione del Ferro

a cura di Paola Ambrogi

1. Rilevanza dell'argomento

La formazione della ruggine, cioè l'ossidazione del ferro, è una trasformazione chimica relativamente semplice, alla portata degli studenti dei vari livelli scolastici.. La formazione di una sostanza nuova, la ruggine, a partire dal ferro è un fatto di cui tutti hanno esperienza nella vita di tutti i giorni. Il percorso si propone di studiare la reazione in laboratorio con semplici esperienze, isolando le variabili che lo influenzano (reagenti e prodotti coinvolti, condizioni necessarie alla reazione, fattori che ne influenzano la velocità) e di richiamare gli ambiti o i contesti (in Natura e/o nella vita di tutti i giorni) nei quali la reazione può essere osservata. In questo modo gli allievi, fin da bambini, possono pensare alla loro esperienza di tutti i giorni e riflettere sul fatto che quanto osservato in laboratorio è presente anche in altri luoghi o in altre situazioni, nel contesto della vita quotidiana. La tematica consente di affrontare concetti quali sostanza, trasformazione chimica ed ancora di intraprendere un percorso che, attraverso la trattazione delle reazioni di ossido riduzione che avvengono a carico di altre specie chimiche porta alla trattazione dello scambio di energia che accompagna le trasformazioni chimiche. Lo scambio di energia chimica fornisce spunti per trattare il problema dell'approvvigionamento di energia e del suo utilizzo.

2. Sviluppo verticale

- Scuola Primaria

osservazione di quanto succede lasciando in acqua un oggetto di ferro (chiodi, paglietta) e uno di plastica; il ferro arrugginisce -esame del prodotto- Possibili attività: far disegnare le varie fasi dell'esperimento; far fare ai bambini esempi di oggetti a loro conosciuti che arrugginiscono e dire dove li hanno visti; provare a ripetere l'esperimento/esperienza con altri oggetti costituiti da altri materiali.

Introduzione dei bambini al concetto di **trasformazione chimica** che coinvolge il ferro in un processo che lo vede perdere le sue specifiche proprietà iniziali.

Che gli oggetti arrugginiti abbiano proprietà (anche misurabili) nettamente differenti dagli oggetti originari in ferro è davvero acquisizione netta e chiara, così come nette e chiare sono due ulteriori concettualizzazioni: le trasformazioni avvengono nel tempo (c'è un prima ed un poi che vanno comparati) e, nel caso dell'ossidazione del ferro, le trasformazioni sono irreversibili.

A livello di scuola primaria il lavoro sul linguaggio si limita all'affinamento del lessico, escludendo la simbologia chimica.

- Scuola Secondaria di Primo Grado

Osservazione dell'ossidazione del ferro con esperienza in laboratorio- analisi qualitativa e quantitativa dei risultati (misura della variazione del volume di aria, variazione della massa del ferro)- Possibili attività: scrivere un'equazione a parole per descrivere la reazione, suggerire un modo per verificare che la reazione sia completa. Discussione sulle reazioni di ossido-riduzione in generale e sulla reazione specifica di ossidazione del ferro.

- Scuola Secondaria di Secondo Grado

Esperienze in laboratorio con selezione delle variabili: osservazione degli effetti di ambienti diversi. (acqua di rubinetto, acqua deionizzata con uno strato d'olio in superficie, e acqua contenente del cloruro di calcio) sulla reazione di ossidazione del ferro. Confronto della velocità di reazione in ambienti diversi (acqua di rubinetto, aceto, acqua salata). Confronto del comportamento del ferro e dell'alluminio in acqua di rubinetto. Riflessione sui risultati.

Gli studenti sono i veri protagonisti dell'azione didattica, il docente li accompagna nell'acquisizione di competenze senza prevaricarne l'azione nelle fasi di formulazione di ipotesi e loro verifica avendo cura di coordinare la discussione finale in modo tale che non venga persa di vista la sua importanza e avendo cura di verificare con i ragazzi la triangolazione tra ipotesi, dati e conclusioni. Gli aspetti di formalizzazione chimica arrivano a comprendere il significato quantitativo nelle equazioni chimiche bilanciate. Struttura atomica, atomo, ione, massa e concentrazione molari sono i concetti che concorrono all'obiettivo. Si può osservare il comportamento di diversi metalli in presenza di ioni metallici o di soluzioni acide per creare una scala empirica di potenziali di riduzione e si può precedere alla realizzazione di pile per verificare la trasformazione di energia chimica in energia elettrica. L'approccio alle celle elettrochimiche con l'uso della tabella dei potenziali di riduzione standard non deve necessariamente arrivare alla trattazione dell'equazione di Nernst. Il concetto di ossidoriduzione verrà definito attraverso esperienze che potranno essere condotte facendo misure, non solo delle grandezze quali massa e volume per preparare soluzioni a concentrazione nota ma anche, con l'impiego ad esempio di un multimetro (un comune tester) di grandezze d'interesse elettrochimico quali la differenza di potenziale che s'instaura tra i due poli di una pila che gli studenti potranno realizzare in diversi modi. Possibili sviluppi si potrebbero avere nello studio, anche sperimentale, delle pile di comune utilizzo o delle celle solari quali la cella Gratzel e nell'introduzione ai temi della corrosione e dell'elettrolisi o dello smaltimento delle pile contenenti metalli pesanti e del loro impatto sull'ambiente e non ultimo il problema dell'approvvigionamento e dell'utilizzo equo e solidale dell'energia.

La combustione

a cura di Fausta Carasso

1. Rilevanza dell'argomento

Il fenomeno della combustione è alla portata di tutti, non richiede materiali particolari, è stato alla base di studi importanti ed è talmente ricco di implicazioni che merita di essere considerato come riferimento per un percorso costituito da più segmenti curricolari. Alcune remore dovute alla pericolosità della fiamma nella primaria sono state superate con l'uso della telecamera che consente di osservare da vicino il fenomeno sullo schermo del computer.

2. Sviluppo verticale

Un percorso verticale può prevedere le seguenti unità⁴:

- dall'idea di fuoco al concetto di combustione (Scuola Primaria)
- la combustione: un esempio di trasformazione chimica (Scuola Secondaria di Primo grado)
- la combustione come contesto di supporto per lo studio delle leggi ponderali e come esempio di reazione red-ox (Biennio della Scuola Secondaria di Secondo grado)

Entrando nel dettaglio di questa proposta, il percorso interessa la scuola primaria, si espande nei primi anni della secondaria di primo grado ed acquista una connotazione disciplinare più specifica nel biennio, con l'uso del linguaggio formalizzato.

- *Scuola Primaria*

All'inizio si fanno emergere le conoscenze relative alla combustione già possedute dagli allievi, se ne organizza una prima condivisione in contesti assunti dalla mitologia e/o dalla storia dello sviluppo delle attività umane. Si propongono poi, come organizzatori anticipati, alcune informazioni (procedure per guardare i cambiamenti che avvengono nei sistemi considerati) ed alcuni elementi del linguaggio specifico (combustibile, comburente, combustione, innesco) indispensabili per la descrizione di quanto viene osservato durante le attività sperimentali. Gli allievi acquisiscono il concetto di combustibile e di combustione ed assumono un atteggiamento consapevole nei confronti dei principali aspetti che caratterizzano il fenomeno della combustione nel contesto ambientale e domestico.

- *Scuola Secondaria di Primo Grado*

gli allievi, nello studio della combustione rilevano dati, comparano, producono inferenze. Coniugando progressivamente conoscenze ed esperienze, prendono coscienza della funzione dell'aria (per la presenza dell'ossigeno), dei procedimenti, del lessico (reagente, reazione, prodotto di reazione) e degli schemi di ragionamento adottati ed acquistano la consapevolezza di poterli usare nello studio di altre trasformazioni in contesti diversi. Per la ricchezza di spunti che offre, la tematica può essere sviluppata anche dal punto di vista tecnologico, con riferimento alle macchine a vapore, e dal punto di vista storico, antropologico, letterario con la possibilità, quindi, di facilitare l'integrazione degli apprendimenti.

- *Scuola Secondaria di Secondo Grado*

il percorso assume una nuova connotazione: la combustione appare allo studente come equazione chimica e come reazione redox: consente l'accesso allo studio dei processi di ossidazione e riduzione e degli aspetti energetici delle reazioni. Con i concetti di ossidazione e di riduzione il percorso intercetta molti saperi di biologia, scienze naturali, ecologia: apre a molte tematiche pluridisciplinari, quali ad esempio, quelle di respirazione,

⁴ Una proposta di questo tipo, corredata da materiale per le esercitazioni e da indicazioni metodologico-didattiche, è stata presentata a Milano in occasione del primo seminario del Piano ISS (dicembre 2006). La sintesi è stata pubblicata in: Piano ISS I Seminario nazionale Documenti di lavoro vol.2, pag. 190

fotosintesi, effetto serra ed energia, ed aiuta ad acquisire, con le chiavi della chimica, una visione sistemica degli ecosistemi.

3. Riflessioni sul percorso

Il valore formativo del percorso è elevato, non solo per la rilevanza dei saperi che veicola e delle conoscenze che promuove ma anche per la ricchezza dello schema di ragionamento che introduce e progressivamente approfondisce durante lo sviluppo del curriculum. Infatti, il percorso aiuta a comprendere, rappresentare e usare un modello procedurale che implica la lettura di un sistema prima e dopo l'attuarsi di un evento ed il confronto tra le due letture al fine di individuare i cambiamenti delle proprietà del sistema, o del sistema stesso, che sono avvenuti. Trasferito alle sostanze pure e codificato con il linguaggio della chimica, il modello genera il concetto operativo di reazione (in una reazione chimica si formano una o più sostanze nuove) e diventa anche strumento di previsione. I nodi concettuali di Sistema, Trasformazione e Energia possono vantaggiosamente svilupparsi in ambito disciplinare nello studio dei cambiamenti che caratterizzano i fenomeni naturali e quelli di natura antropica e durante l'elaborazione dei concetti di Composizione, Sostanza, Reazione, Proprietà (delle sostanze e delle trasformazioni). Il modello della trasformazione con le strategie cognitive ad esso connesse, prepara alla comprensione del concetto di conservazione, valido nello studio delle trasformazioni fisiche, chimiche, geometriche, e può essere adottato anche in moltissimi altri campi (ad esempio, per lo studio dell'evoluzione di sistemi sociali ed ambientali). Si presume che la flessibilità e l'economicità del modello favoriscano l'apprendimento e facilitino l'integrazione degli apprendimenti aumentando anche le motivazioni degli allievi.⁵ Tratti del percorso sono anche stati utilizzati in corsi di specializzazione per proporre esempi di unità formative, innovative dal punto di vista metodologico didattico, che tramite l'uso di un modello esperto promuovono una continua e consapevole interazione tra attività sperimentali e di supporto ai processi di elaborazione dell'informazione, di organizzazione dei concetti e di riflessione metacognitiva. Una discussione sul tema è attualmente aperta sulla Piattaforma ANSAS nel forum "lavori dei Presidi" alla voce Trasformazioni. Nell'allegato 3 alcuni esempi di attività, selezionate con attenzione ai processi di apprendimento, per la progettazione di un'unità sulla combustione destinata al secondo biennio della scuola primaria o al primo biennio della secondaria di primo grado.

⁵ Sullo stesso tema è stato pubblicato un articolo: F. Carasso Mozzi Modelli di lavoro e didattica delle scienze Numero speciale di Chimica nella Scuola 2005 pag. 94 -105

Allegati

Allegato 1

ESPERIENZA DI FUSIONE DI SOSTANZE PURE CRISTALLINE E AMORFE

(Biennio Scuola Secondaria di Secondo Grado)

Come sempre è importante che gli studenti vengano coinvolti nella progettazione dell'esperienza, che, dato il livello scolastico, può essere sufficientemente articolata da permettere di raccogliere un numero significativo di dati e conseguire anche più obiettivi. Il punto di partenza può essere "quali campioni?" L'ideale è che vengano sottoposte a fusione sia sostanze pure cristalline che miscele perché, come sappiamo, il comportamento al calore è molto diverso nei due casi. La scelta dei campioni da utilizzare consente di porre gli studenti di fronte alle problematiche legate all'utilizzo di reagenti chimici. Le sostanze non devono sviluppare vapori irritanti e/o nocivi, non devono avere temperature di fusione troppo elevate e, ovviamente, devono essere disponibili nel laboratorio o facilmente recuperabili. In definitiva non c'è moltissima scelta, ma, a titolo di esempio indichiamo l'acido stearico, l'acido palmitico e il tiosolfato di sodio. Per individuare le sostanze idonee gli studenti utilizzano un dizionario merceologico, se disponibile, o le schede di sicurezza dei reagenti o fanno una ricerca in internet. Quale che sia il sistema utilizzato, si abituano a ricercare dati, ricavano informazioni sulle caratteristiche delle varie sostanze e sui loro utilizzi, spesso molto diversificati e afferenti a più campi. La cera, quella delle candele, opportunamente sminuzzata, può costituire il campione a comportamento amorfo.

Naturalmente è altrettanto valido un approccio diverso, in cui gli studenti non vengano coinvolti nell'individuazione delle sostanze da utilizzare, che vengono scelte dal docente; in questo caso gli alunni dovranno risalire alle sostanze a partire dal punto di fusione che determineranno e da eventuali altre caratteristiche osservabili e/o indagabili (aspetto, solubilità, ecc). In questo caso la motivazione sarà la sfida dell'analisi chimica.

Operativamente è opportuno che almeno due o tre gruppi utilizzino la stessa sostanza per poter avere un numero significativo di dati da mettere a confronto.

Altro obiettivo utile di un'esperienza di fusione potrebbe essere verificare se il punto di fusione di una sostanza pura dipende o meno dalla massa del campione; in tal caso i due o tre gruppi che utilizzano lo stesso campione, ne testano masse diverse.

Anche la scelta della fonte di calore può essere oggetto di discussioni didatticamente molto efficaci. Se si vuole studiare il comportamento delle sostanze al calore, allora è opportuno che il fenomeno duri il più a lungo possibile, cioè che il riscaldamento sia molto graduale, quindi a bagnomaria. Quali variabili si vogliono correlare? In realtà si vorrebbe mettere in relazione la variazione di temperatura (associata al modificarsi dell'aspetto della sostanza) con l'energia fornita. Ma come fare? Si arriva a mettere in relazione la temperatura con il tempo, supponendo che la fonte di calore eroghi quantità regolari e costanti di energia nell'unità di tempo. È dunque preferibile ricorrere all'uso del Bruciatore Bunsen (con fiamma molto bassa) piuttosto che a piastre elettriche termostattizzate. Al fine di garantire una uniforme diffusione del calore l'acqua del bagnomaria deve essere continuamente agitata.

La massa della sostanza si conserva durante il passaggio di stato? Volendo verificarlo è necessario procedere a determinare la massa della sostanza prima della fusione e quando è allo stato liquido. La procedura è banale, ma su di essa è bene far meditare gli studenti in fase di progettazione. Certo la sostanza non può essere posta sulla bilancia senza un contenitore (lo si potrebbe fare quando è solida, ma non certo quando è liquida), quindi si deve determinare la massa della sostanza più

quella della provetta. Ma quando la sostanza è fusa, parte di essa rimarrebbe attaccata al bulbo del termometro, quindi è necessario determinare la massa della sostanza, più quella della provetta, più quella del termometro. Abituare gli studenti a prevedere il prevedibile è importante perché li educa a lavorare in modo efficace in laboratorio, ad ottimizzare i tempi evitando inutili ripetizioni e a ottenere dati attendibili su cui ragionare per trarre conclusioni. Una variazione di massa superiore alla sensibilità della bilancia utilizzata non permetterebbe certo di concludere che la massa si conserva.

Per attuare l'esperienza, se i gruppi sono già costituiti e gli studenti hanno ben chiaro in quali condizioni di lavoro opereranno, è sufficiente un'ora. Si deve però mettere in conto che qualche esperienza deve essere ripetuta due volte, per esempio perché il riscaldamento è stato troppo veloce e non è stata colta la sosta termica dove invece doveva esserci (una rapida scorsa del docente ai dati di temperatura permette di individuare immediatamente il problema), oppure perché una provetta si è rotta provocando la perdita del campione.

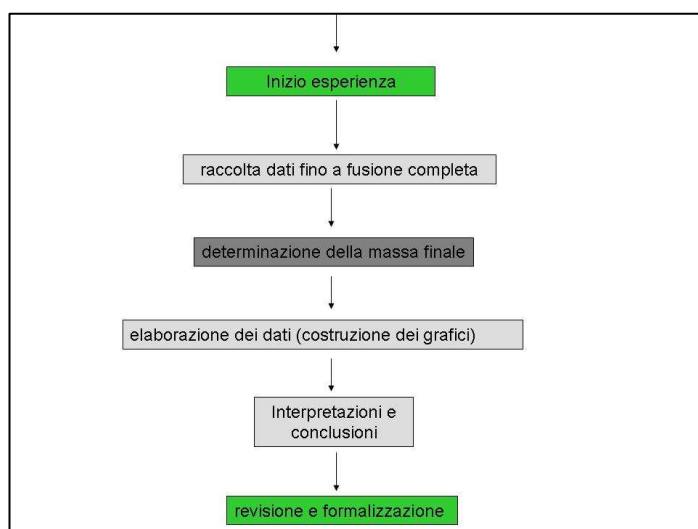
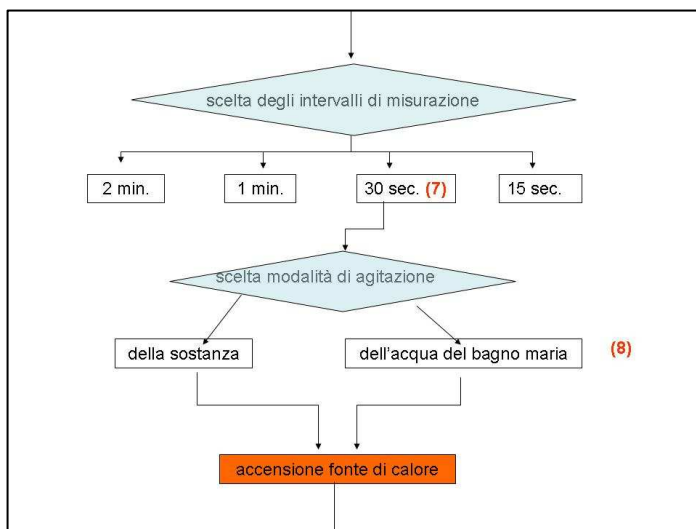
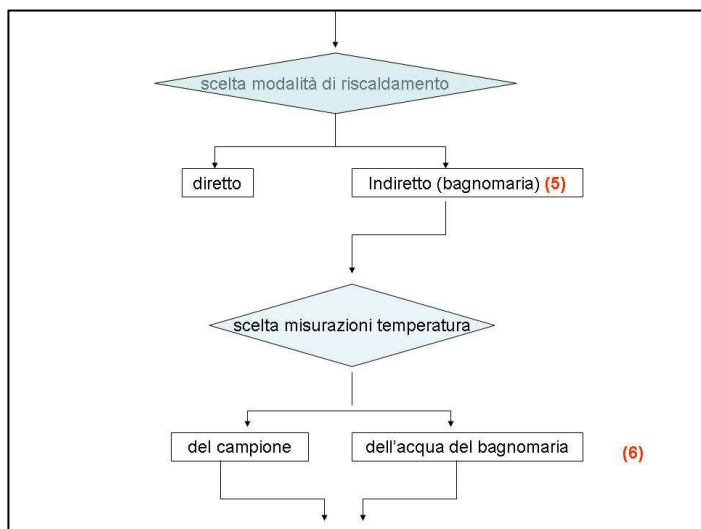
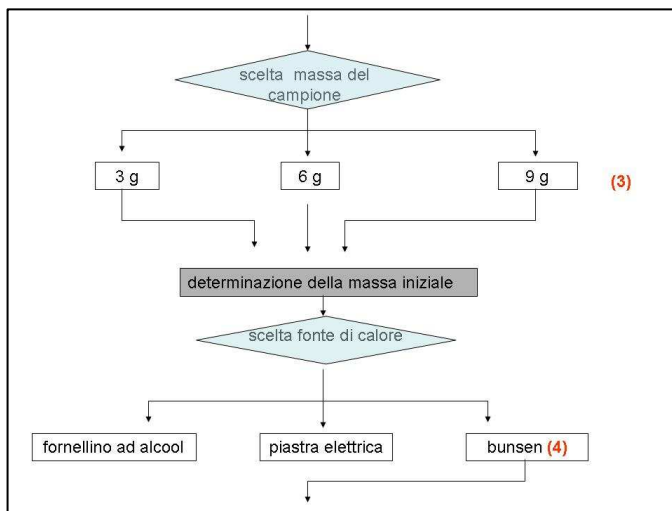
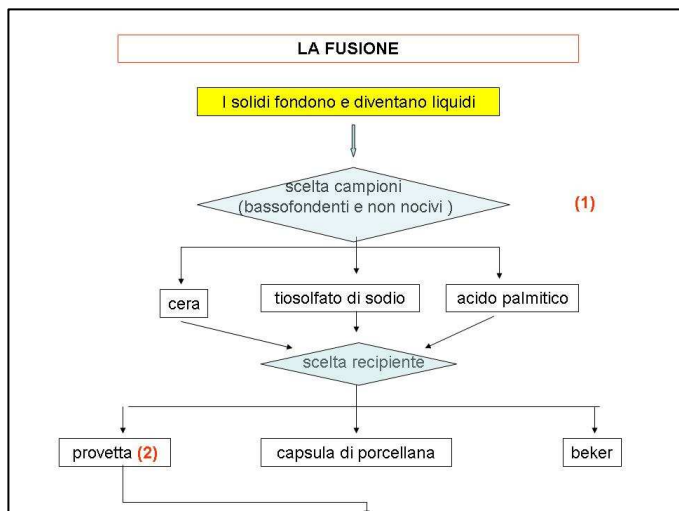
L'interpretazione della esperienza richiede che gli studenti costruiscano i grafici temperatura-tempo, dai quali si evince che mentre la cera rivela una crescita più o meno regolare della temperatura, le sostanze pure presentano, in corrispondenza del punto di fusione, una sosta termica. Anche l'aspetto delle sostanze è diverso, quelle amorfe perdono via via di compattezza e rimangono per molto tempo in uno stato pastoso (intervallo di rammollimento) prima di diventare liquide. Le sostanze pure, invece, rimangono compatte fin quasi al punto di fusione, poi, velocemente, perdono di compattezza, diventano traslucide e fondono. Per tutta la durata della sosta termica lo stato solido e quello liquido coesistono.

Se è normale rilevare un aumento di temperatura quando si fornisce calore, è invece sorprendente, per gli allievi, osservare che, nonostante si continui il riscaldamento, la temperatura rimane costante. Gli studenti, che già sanno che l'aumento di temperatura provoca un aumento di velocità nel moto di atomi e molecole aumentandone il disordine relativo, si rendono conto che, nel caso della fusione, l'energia fornita attraverso calore non si traduce in aumento dell'energia cinetica, ma viene utilizzato per far avvenire il passaggio di stato. Si può ipotizzare che l'energia fornita attraverso il calore abbia l'effetto di allontanare le molecole le une dalle altre. L'allontanamento è di piccola entità (il liquido ha un volume solo leggermente maggiore del solido da cui deriva), però è sufficiente a indebolire i legami tra le molecole stesse e a permettere loro di scorrere.

L'analisi comparata dei grafici mette in evidenza che, per poter trarre conclusioni circa il comportamento alla fusione di masse diverse di sostanze uguali, è necessario che i grafici abbiano la stessa scala di riferimento. Può essere l'occasione per una esercitazione della classe nell'uso del foglio elettronico. Affinché i grafici siano confrontabili devono essere riferiti allo stesso numero di coppie di dati temperatura-tempo. Risulta allora ben evidente che il punto di fusione di una sostanza pura è indipendente dalla quantità di sostanza analizzata, ma richiede tempi più lunghi, quindi maggior impiego di energia per fondere. All'aumentare della massa utilizzata i grafici presentano una inclinazione meno ripida nel tratto che precede la fusione e una lunghezza maggiore del pianerottolo che rappresenta la sosta termica.

L'esperienza consente anche di ragionare in termini di purezza della sostanza utilizzata. È importante che gli studenti capiscano che nessuna sostanza è totalmente pura. La lettura dell'etichetta di alcuni reagenti consente di verificare che quanto meno elevato è il grado di purezza del reagente tanto più ampio è l'intervallo indicato per il punto di fusione. Ad esempio per il tiosolfato di sodio puro al 99,5% (Carlo Erba) è riportato un punto di fusione di 48°C, per l'acido stearico con purezza $\geq 97\%$ (Merck) è riportato un intervallo di fusione compreso tra e 68° e 70 °C.

Allegato 2a



Allegato 2b

Esplicitazione dei perché

1. Caratteristiche dei campioni:
 - punto di fusione compreso tra 0° e 100° C (possibilmente tra 20° e 50° C)
 - non pericolosi
 - non costosi
 2. Scelta del recipiente:
 - non deve essere troppo largo, per non sprecare il campione
 - idoneo a contenere il termometro
 3. Scelta di quantità diverse per verificare se il punto di fusione varia al variare della massa
 4. Scelta della fonte di calore:
 - bunsen perché eroga quantità di calore costante nel tempo
 5. Scelta del tipo di riscaldamento :
 - indiretto perché un riscaldamento lento permette di osservare meglio il fenomeno e le variazioni dello stato fisico del campione
 6. Scelta misurazione temperatura :
 - sia dell'acqua che del campione perché vogliamo confrontare le due curve di riscaldamento
 7. Scelta degli intervalli di misurazione :
 - 30 secondi perché intervalli più lunghi potrebbero non farci cogliere variazioni importanti e più frequenti sarebbero inutili e difficili da effettuare.
- Scelta modalità di agitazione :
sia del campione che dell'acqua per permettere una omogenea diffusione del calore

Allegato 3

ESEMPI DI ATTIVITA'

(per un percorso sulla combustione destinato a studenti della fascia 10 -12 anni)

STEP 1

Per recuperare conoscenze precedentemente acquisite e ad organizzarle collettivamente, l'insegnante

attiva un brain storming con la domanda generale: cosa sappiamo del fuoco?

Organizza l'attività orientando gli allievi verso i seguenti punti:

- Il fuoco è....
- Il fuoco si fa con...
- Il fuoco si spegne quando.....

Invita poi ad ordinare le conoscenze emerse ed a costruire, con il contributo di tutti i componenti della classe, una “mappa concettuale”.

STEP 2

Per aiutare gli studenti a comunicare e ad orientarsi, l'insegnante sceglie alcune delle seguenti possibili attività da far svolgere singolarmente o in piccoli gruppi oppure tramite discussione guidata

1. Propone la visione di pezzi di filmati e/o letture che offrano la possibilità di considerare l'argomento da più punti di vista: incendi in natura; combustioni per l'agricoltura; il fuoco per le popolazioni primitive; il mito di Prometeo; l'estrazione del carbone; l'utilizzazione del fuoco per produrre movimento (locomotive a vapore, bastimenti a vapore ecc); i forni nelle vetrerie e nelle officine per lavorare i metalli
2. Con una discussione guidata suggerisce delle sintesi che mettano in evidenza le parole utili:
Quello che nel linguaggio comune chiamiamo fuoco, nel linguaggio scientifico viene chiamato fenomeno della **combustione**. Da quanto visto, possiamo affermare che
 - Dalla combustione si sviluppa il fuoco costituito da **luce e calore....**
 - La combustione è una trasformazione che avviene nei materiali detti **combustibili.....**
 - La combustione inizia con **l'accensione....**
 - Nella maggior parte dei casi la combustione lascia un residuo: **la cenere**
 - Quando una sostanza brucia, spesso si vede **il fumo**
3. Propone agli allievi di esprimere le proprie idee anche con dei disegni, l'uomo che utilizza il fuoco per far luce, per riscaldarsi e cuocere i cibi, per tenere lontano gli animali feroci, per rendere più fertili i terreni che coltiva, per produrre il vapore che fa muovere le macchine, ecc.
4. Propone situazioni problematiche che consentano di aggiungere altre informazioni come organizzatori anticipati, per promuovere gli indispensabili collegamenti logici:

- Oggi, oltre alla legna, i combustibili più usati sono quelli **derivati dal petrolio (benzina, gasolio, nafta) e il metano** che è una sostanza gassosa che si estrae dal sottosuolo. Infatti nelle abitazioni...; negli autoveicoli...
- La combustione necessita della presenza dell'aria, o meglio, dell'ossigeno che in essa è contenuto nella percentuale del 20%. L'ossigeno è la sostanza che si combina con il combustibile e viene detto **comburente**. Infatti quando nelle stufe si regola l'entrata dell'aria si ottimizza il rapporto tra combustibile e comburente. Nella combustione esiste sempre la coppia **combustibile – comburente**
- La combustione, è una trasformazione che inizia con l'accensione. Con un linguaggio più specifico, può essere presentata come:

Combustibile + Ossigeno →..... luce e calore

Esercizi

- Elenca tutte le parole nuove che hai imparato....
- Completa le seguenti frasi...
- Scrivi i nomi di tutti i combustibili che ricordi
- Compila la tabella seguente includendo tutti i combustibili che conosci

Combustibile	Stato di aggregazione

STEP 3

1. L'insegnante spiega che le esercitazioni avranno lo scopo di far riflettere su quanto è stato discusso e acquisito; fornisce, in momenti separati, le schede con le indicazioni relative all'esecuzione delle quattro esercitazioni di seguito indicate ed aiuta a formulare l'ipotesi che sta alla base di ciascun procedimento.

- 1° Esperienza: La combustione di una candela sulla bilancia
- 2° Esperienza: La candela che si spegne in ambiente chiuso
- 3° Esperienza: I prodotti della combustione a contatto con una superficie fredda ⁶
- 4° Esperienza: I prodotti della combustione a contatto con l'“acqua di calce”

Gli allievi suddivisi in piccoli gruppi, osservano, registrano i dati, argomentano, trovano conclusioni.

Al termine delle attività, con una discussione collettiva, viene verificata la correttezza della *regola* espressa dalla notazione:

Combustibile + Ossigeno → Acqua + Anidride carbonica + luce e calore

⁶ Le esperienze indicate si trovano nel seguente testo, prodotto da una Commissione della Divisione Didattica della Società Chimica Italiana, composta da docenti della Scuola e dell'Università: AAVV “La chimica alle elementari” Giunti Lisciani Editori 1996

2. L'insegnante propone come rinforzo un esperimento per osservare il ruolo dell'aria nella combustione simulando le condizioni del "tiraggio" di un caminetto.

Spiega la procedura per la preparazione del materiale e per l'esecuzione e al termine dell'esperimento chiede di riepilogare sul quaderno ciò che è stato fatto. Come guida pone domande di questo tipo:

- Influisce, nella combustione, la presenza dell'aria?
- In quale caso ti sembra che l'entrata dell'aria sia stata più efficace?
- Perché è utile sapere queste cose?

3. Sottopone all'attenzione della classe due possibili proprietà della combustione: quella di essere una trasformazione spontanea, in quanto dopo avvenuta l'accensione procede fino alla fine e quella di essere una trasformazione irreversibile

STEP 4

Per sviluppare processi di transfer che aiutino a consolidare quanto appreso, l'insegnante Propone attività del seguente tipo.

1. Gioco del prima e del poi.

Presenta queste quattro sistemi considerati prima e dopo una trasformazione:

- La tavola apparecchiata all'ora del pranzo e la stessa dopo il pranzo
- Il parcheggio delle automobili della scuola mezz'ora prima o durante le lezioni
- Il piatto con i pezzetti di carta prima e dopo la combustione
- Il bicchiere con l'acqua di calce prima e dopo il contatto con l'anidride carbonica.

.....

Chiede poi agli allievi che, lavorando in piccoli gruppi, visualizzino con dei disegni le trasformazioni indicando per ognuna la situazione iniziale e quella finale.

Infine chiede di rispondere individualmente, per scritto, alle seguenti domande:

- A. A cosa serve il "gioco del prima e del poi"?
- B. Perché con questo gioco hai dovuto fare due disegni per rappresentare ognuna delle quattro situazioni?
- C. Se la combustione della carta è una trasformazione che si esamina col gioco del prima e del poi, si può fare lo stesso anche con le altre combustioni ?

2. Lavoro di gruppo. L'insegnante consegna a ciascun gruppo due disegni che rappresentano due piccoli falò di identiche dimensioni ma diversi per l'aspetto del fuoco. Nel disegno A il fuoco è luminoso, si vedono le fiamme e le faville volano verso l'alto; nel disegno B la fiamma compare solo in qualche punto interno e dall'insieme si sviluppa un fumo nerastro.

A partire da questi diversi aspetti del fenomeno, si chiede di commentare le differenze in riferimento ai termini della notazione generale

Combustibile + Ossigeno → acqua + anidride carbonica + luce e calore

3. L'insegnante, procedendo per analogia, estende il modello della combustione al metabolismo. attraverso una discussione guidata, seguita poi dalla stesura di una sintesi individuale

Per dare l'avvio alla discussione, pone alla classe le seguenti domande:

Se soffiassi con una cannuccia nell'acqua di calce? Emettiamo anche noi anidride carbonica?

Se sì, perché la produciamo?

L'insegnante spiega che anche dentro il nostro corpo avvengono delle combustioni

STEP 5

Per abituare all'autovalutazione ed alla riflessione sul percorso cognitivo svolto

1. L'insegnante promuove una discussione collettiva.

Chiede poi di rispondere individualmente, per scritto, ad alcune domande del tipo:

“Quali difficoltà hai incontrato nelle attività che ti sono state proposte?”

“Ci sono delle informazioni che vorresti controllare per vedere se hai capito bene?”

2. L'insegnante pone delle domande del tipo:

- Che ipotesi avevi fatto quando, prima di fare gli esperimenti, avevamo discusso sul punto: “Il fuoco si spegne quando.....” ? Completa ora questa frase ricordando come avevi risposto inizialmente e aggiungendo quello che hai imparato.

- Prova a descrivere il procedimento che abbiamo seguito per vedere l'acqua che si forma durante la combustione della candela.

- Rifletti insieme a un/a tuo/a compagno/a sulle seguenti domande:

In laboratorio abbiamo operato come i chimici quando fanno le analisi e abbiamo scoperto due sostanze nell'aria che contiene i prodotti della combustione: quali sono? Come abbiamo fatto? Abbiamo scoperto la presenza di queste sostanze anche nell'aria che espiriamo: perché?

Confrontati con lui sulle somiglianze e differenze delle vostre opinioni

3. Chiede di descrivere la combustione del legno, della carta e del gas di cucina con i termini appropriati

4. Sottopone all'attenzione della classe due possibili proprietà della combustione:

Chiede agli studenti di argomentare sul fatto che la combustione sia una trasformazione spontanea, e irreversibile, portando prove a sostegno.

STEP 6

Le seguenti attività possono aiutare lo studente a mettersi nella situazione e ad utilizzare quanto ha appreso

1. Con riferimento al gioco del prima e del poi, l'insegnante propone un elenco di trasformazioni, fa indicare quali di queste siano combustioni e spiegare i motivi della scelta e invita a generalizzare lo schema

2. L'insegnante impegna la classe in un incident dal titolo: "La prima sera al campo scout dei ragazzi di prima media

3. L'insegnante orienta verso la salvaguardia dell'ambiente e della salute ponendo delle domande: Ripensando a ciò che sai, perché è importante arieggiare spesso le stanze dove ci sono molte persone?

Cosa pensi di quelle persone che bruciano immondizie all'aperto anziché inviarle negli appositi impianti di smaltimento?

Perché in molti luoghi meta di gite, ci sono i cartelli con il divieto di accendere il fuoco?

Chiede agli allievi di progettare l'esperimento

A. Disegnare in modo schematico, il piccolo apparato sperimentale

B. Descrivere le operazioni seguendo l'ordine con cui devono essere compiute

C. Svolgere l'esperimento,

D. Rispondere alle domande

1. Perché la candela si è spenta?

2. Perché le sostanze prodotte dalla combustione non sono uscite dal recipiente rovesciato?

3. Come sono state prelevate?

4. Quale delle sostanze prelevate ha fatto diventare bianca l'acqua di calce?

5. Quali di queste domande si spiegano facendo riferimento alla regola generale:

Combustibile + aria → Anidride carbonica + acqua + luce e calore

6. Che relazione c'è fra il modello del prima e del poi e questo modo di spiegare ciò che avviene quando qualcosa prende fuoco?

Sitografia

Vedi Piattaforma “Lavori nei Presidi” Trasformazioni;

www.didichi.org CnS – La Rivista