

Un mondo di trasformazioni...trasformano il mondo

Dalla realtà fenomenica ai modelli interpretativi macroscopici

Alessandro Pezzini*, Fabio Olmi**

* I.C. Scandicci III - scuola secondaria di primo grado "Enrico Fermi".

** Coordinatore del gruppo di ricerca didattica GRDSF

Riassunto

Non c'è dubbio che il concetto di trasformazione e, in particolare, di reazione chimica costituisca uno dei nuclei concettuali essenziali da affrontare per l'apprendimento della Chimica. E' ben noto anche che l'argomento è stato fatto oggetto di numerosissime pubblicazioni e sono state avanzate diverse proposte per un suo apprendimento progressivo fin dalla scuola primaria. Il presente contributo si riferisce ad un percorso progettato e sperimentato nella scuola secondaria di I grado. Esso si sviluppa a livello fenomenologico a partire dalle trasformazioni fisiche evidenziando che, mentre queste non sono accompagnate da cambiamento nella natura delle sostanze interessate, in presenza di una reazione si ha cambiamento tra natura dei reagenti e dei prodotti. Il punto focale del percorso proposto è rappresentato dalla accurata caratterizzazione della diversa natura dei reagenti e dei prodotti e dalla produzione di un modello macroscopico capace di spiegare i fatti.

Seguono alcune essenziali esperienze e considerazioni sulle reazioni (reversibilità/irreversibilità, diversa velocità, costante accompagnamento di scambi di energia tra sistema di reazione e ambiente) sottolineando al termine la loro pervasività nella nostra vita e la loro grandissima importanza.

Abstract

There is no doubt that the notion of transformation, and particularly of chemical reaction, is an essential concept to deal with for the learning of Chemistry. Many publications have been concerning this subject and various suggestions have been proposed about the methods to be adopted to promote the learning of Chemistry since the early years of primary school. This contribution refers to a learning path conceived and tested at the level the junior high school. It proceeds through a phenomenological step pointing out that physical transformations involve no change in the nature of the chemical substances whereas in a chemical reaction reagents and products change their nature. Our approach focuses on a careful description of the nature of reagents and products and on a macroscopic model to exemplify the facts. We also consider some essential aspects of chemical reactions - reversibility/ irreversibility, different kinetics, exchange of energy between the system of reaction and the environment - eventually highlighting their pervasiveness and extraordinary importance in our lives.

Premessa

Questo lavoro fa seguito a quello presentato qualche tempo fa da alcuni membri del GRDSF (*) sulla "natura delle cose" [1] e, sempre rivolto alla scuola secondaria di I grado, ne costituisce il logico proseguimento: dopo l'acquisizione del concetto di sostanza (pura) segue un'ipotesi di percorso sul concetto di trasformazione e in particolare di reazione. Va tuttavia precisato che, nelle classi in cui è stato sperimentato, sono stati affrontati in precedenza (come precondizioni) anche i seguenti concetti: solubilità e soluzioni e i passaggi di stato (esempio acqua).

Come in precedenti proposte avanzate dal Gruppo, la metodologia adottata nel percorso è quella che caratterizza il Piano nazionale Insegnare Scienze Sperimentali (ISS) [2]

Per la comunicazione della ricercazione è stata scelta la *forma narrativa del vissuto di classe/i*, già sperimentata con successo nel contributo precedente a cui si fa riferimento, particolarmente efficace per comunicare le effettive dinamiche del processo di insegnamento/ apprendimento e i tempi effettivamente impiegati nello sviluppo del percorso.

Il concetto di trasformazione costituisce un tema di riflessione e di progettazione di percorsi molto gettonato fin dal livello di scuola primaria [3] e, con riferimento particolare al concetto di reazione, da qualche tempo anche a livello di scuola sec. di I grado. Siamo in pieno accordo con chi sostiene [4] che "Gli ambiti del sapere chimico sono: fenomeni chimici (concetti categoriali), leggi e teorie macroscopiche, teorie e modelli microscopici, linguaggio chimico (trasversale). E' nostra convinzione che nella scuola di base si dovrebbe affrontare il primo aspetto all'interno di una impostazione fenomenologica-operativa; nel biennio della sc. secondaria superiore dovrebbe essere possibile affrontare

(*) Il Gruppo di Ricerca Didattica sulle Scienze di Firenze è nato 4 anni fa per progettare e realizzare nella scuola secondaria di I grado percorsi didattici su tematiche delle diverse Scienze sperimentali. E' costituito da 5 docenti di scuola sec. di I grado di varia formazione coordinati dal prof. F. Olmi ed ha al suo attivo la pubblicazione di 3 articoli relativi a percorsi di Chimica e di Scienze della Terra.

i concetti e le teorie della chimica classica... I tre ambiti non possono essere sovrapposti in modo casuale, né è possibile eliminare i primi due, riducendo l'insegnamento alle teorie e ai modelli esplicativi del XX secolo. ... *Nella scuola media si può gradualmente evidenziare la distinzione tra le trasformazioni fisiche e chimiche... [rispettivamente] caratterizzate da conservazione e non conservazione della sostanza* ". Le "Indicazioni per il Curricolo di chimica" proposte dalla Divisione Didattica della Società Chimica Italiana (DD/SCI) a fine 2008 per tutti i livelli scolari preuniversitari (presenti sul sito della Divisione <http://www.didichim.org>) sono molto chiare a livello di scuola sec. di I grado sul punto che ci interessa: "*L'alunno esegue alcune trasformazioni, ne registra gli eventi osservabili e impiega criteri per distinguere a questo livello trasformazioni fisiche e chimiche con riferimento agli aspetti fenomenologici...*". Poiché il concetto di trasformazione, e in particolare di reazione, costituisce dunque uno dei nuclei concettuali fondanti della chimica, ci sembra di notevole importanza *verificare se si può effettivamente ritenerlo acquisibile, almeno ad un primo livello macroscopico e fenomenologico, da parte di allievi di 12-13 anni*. Per questo motivo lo abbiamo nuovamente fatto oggetto di indagine sia teorica che sperimentale (ricerca) mettendo in luce un elemento che finora sembra assente nelle proposte di percorsi per la scuola sec. di I grado: quello del riferimento ad una *modellizzazione macroscopica* per l'acquisizione significativa del concetto stesso. Osserviamo infine che, esaminando le proposte di ricerca e sperimentazione didattica emerse nel nostro Paese, sempre a livello di scuola sec. di I grado, di questi ultimi venti anni, si ricava una duplice tendenza: da un lato si propongono percorsi in cui il concetto viene "sommerso" sotto un gran numero di esperienze sui diversi tipi di sostanze (acidi, basi e sali) ma non emerge con la necessaria autonomia[5], oppure dall'altro si avanzano proposte a nostro avviso velleitarie per questo livello scolare, ad esempio, dove si fa riferimento a reazioni di ossidazione accompagnate dalla loro rappresentazione microscopica[6]. Entrambe le linee di sviluppo sono caratterizzate dalla mancanza di riferimento alla esigenza di far riferimento ad un *modello interpretativo di tipo macroscopico* (quello microscopico a questo livello è, non solo a nostro avviso, improponibile): da qui la motivazione di questa nuova proposta del gruppo di ricerca didattica GRDSF. Il progetto di percorso sviluppato è stato finalizzato a fornire strumenti per rispondere alle seguenti domande: Cosa si intende dire quando si afferma che una cosa si è trasformata? C'è un solo modo in cui le "cose" si trasformano? Nel caso si tratti di più modalità quali sono i caratteri distintivi di ciascuna? Sarà inizialmente necessario creare un contesto favorevole ad avviare un'indagine sull'argomento cercando di incuriosire gli allievi sul mondo e l'importanza che hanno le trasformazioni.

L'insegnante racconta...

I parte- Siamo immersi in un mondo di trasformazioni

1/3/10 – 1 ora

Ho cercato di creare emozioni e interesse per il soggetto di apprendimento scelto presentando alcune immagini (power point) relative a vari esempi di trasformazioni che possiamo osservare nel mondo che ci circonda (trasformazione di paesaggi sia naturali che antropizzati, metamorfosi di animali, trasformazioni dovute all'azione di lieviti o muffe, metalli fusi che prendono forme diverse, trasformazioni per esposizione a fonti di calore, ed altri esempi). Dopo aver commentato le immagini dando rilevanza all'ambito a cui queste si riferivano, ho proposto agli alunni di cercare di raggrupparle per tipi facendone una prima classificazione. Senza difficoltà siamo pervenuti a questa prima classificazione: trasformazioni della Terra; trasformazioni della natura vivente; trasformazioni della materia (trasformazioni di stato); trasformazioni di "altro tipo". Sul quarto tipo, non riuscendo a trovare un nome adeguato, abbiamo deciso di rimanere nel vago....

Ho fatto poi riferimento al percorso che è partito dalle sostanze per giungere ai miscugli ed ho domandato agli alunni quali tipi di trasformazioni a loro parere riguardavano una o poche sostanze, e quali tipi riguardavano ambiti più generali. La risposta degli allievi è stata: trasformazioni di stato della materia; trasformazioni di "altro tipo". Abbiamo concordato infine che, per continuare il nostro percorso di indagine, era necessario approfondire questi ultimi tipi di trasformazione e tralasciare il resto.

Ho fatto allora riferimento alla trasformazione dell'acqua in vapore acqueo e ho posto la seguente domanda: nella trasformazione da acqua a vapore, l'acqua cambia la propria natura? Come possiamo fare a darci una risposta su basi sperimentali? Gabriele ha risposto: utilizzando la distillazione! Si prende un distillatore si mette l'acqua nel pallone e si raccoglie il distillato. Poi si confrontano le proprietà dell'acqua distillata con quelle dell'acqua iniziale. L'ipotesi andrà verificata e ho concluso che la volta successiva avremmo chiarito in che senso "si confronta" e avremmo messo alla prova la sua idea.

5/3/10 – 1 ora

Fase 1 – L'acqua che cambia stato fisico è sempre acqua?

Abbiamo recuperato le riflessioni della volta precedente e si è chiarito che il "confronto" doveva essere condotto su quelle caratteristiche specifiche che sono distintive di una sostanza come il peso specifico o la temperatura di ebollizione. Poiché è in dotazione alla scuola un solo distillatore l'esperienza è stata condotta dall'insegnante.

Un mondo di trasformazioni... trasformano il mondo

Esperienza 1 – Qual è il peso specifico e la temperatura di ebollizione del liquido raccolto dalla condensazione del vapor d'acqua?

Ho prelevato circa 100 ml di acqua demineralizzata e l'ho posta in una beuta munita di tappo con collo da distillazione. Posta la beuta sulla piastra riscaldante, quando l'acqua inizia a bollire, i vapori entrano nel collo e "ricondensano" in un becker di raccolta. Dopo circa 30 minuti, abbiamo raccolto una quantità sufficiente di ricondensato per eseguire la misura del peso specifico e della temperatura di ebollizione.

Per la misura del peso specifico abbiamo posto sulla bilancia elettronica il cilindro da 10 ml e fatto la tara. Poi abbiamo versato delicatamente all'interno un certo volume del liquido raccolto (5,8 ml) e il peso registrato è stato 5,8 g. Il peso specifico è risultato 1 g/ml. Poi abbiamo prelevato circa 50 ml del liquido ricondensato e abbiamo portato all'ebollizione. La temperatura registrata è stata di circa 100°C.

Dopo la discussione generale si è concluso che : il cambiamento di stato fisico dell'acqua **non ha** cambiato la sua natura. Se estendiamo esperienze di cambiamento di stato (anche diverso dall'ebollizione) ad altre sostanze troviamo sempre lo stesso risultato.

Concettualizzazione: in una trasformazione fisica la natura di un corpo (sostanza) resta inalterata.

Fase 2- Abbiamo studiato e realizzato vari miscugli, ma tutti i "miscugli" si comportano nello stesso modo?

Durante il tempo in cui si ricondensava il liquido, ho preparato una soluzione di solfato di rame e una soluzione di cloruro di sodio e ho fatto osservare agli allievi cosa succede se le due soluzioni vengono mescolate. A parte una diminuzione dell'intensità di colore dovuta al fattore di diluizione non si apprezzano cambiamenti evidenti.

8/3/10 – 1 ora

Riprendendo il discorso della volta precedente ho preparato altre due soluzioni: una di nitrato di piombo e una di ioduro di potassio. Ho mostrato i due sali solidi agli allievi e fatto notare che sono bianchi e ho aggiunto in ciascuno dei due recipienti acqua demineralizzata: abbiamo osservato che i due sali si sciolgono facilmente e che lo ioduro si scioglie più facilmente del nitrato.

Le soluzioni appaiono trasparenti ed incolore.

Esperienza 2- Cosa accade quando si mescola una soluzione di nitrato di piombo e una soluzione di nitrato di potassio?

Mesco le due soluzioni e si forma immediatamente un miscuglio di colore giallo [Fig.1]

Gli alunni osservano la presenza di un solido giallo che genera con il liquido un miscuglio eterogeneo. Il miscuglio non è trasparente. Stimolo a questo punto alcune riflessioni: cosa è accaduto? Quali ipotesi si possono fare per spiegare il fenomeno? Da dove viene il solido giallo? Giulia dice che il solido giallo deve essere nato dall'unione dei due sali bianchi.

Invito allora gli alunni a pensare a *cosa ci può essere ora nel miscuglio ottenuto.*

Il solido giallo si vede. E poi? Nell'acqua può essere sciolto qualcosa? Tenendo presente l'ipotesi di Giulia, formuliamo con i ragazzi le seguenti ipotesi:

- 1) Nell'acqua non c'è nulla.
- 2) Nell'acqua è presente uno dei due sali (quello che all'inizio era in quantità maggiore, come ha detto Davide)
- 3) Nell'acqua c'è una sale diverso dai precedenti, visto che la sostanza gialla prima non c'era.



Fig. 1 -Mescolando la soluzione di ioduro di potassio con quella di nitrato di piombo si forma immediatamente un miscuglio giallo

Come possiamo fare per verificare le ipotesi?

Daniele dice che bisognerebbe far evaporare l'acqua per vedere se c'è sciolto dentro qualcosa. Però non è sicuro che la filtrazione sia sufficiente a separare il liquido dal solido... A questo punto, però, almeno una cosa risulta chiara:

Concettualizzazione- Alcuni miscugli portano alla formazione di sostanze diverse da quelle che si aveva in partenza.

All'inizio dell'ora ho posto alcune domande agli allievi su quanto detto e fatto la volta precedente (circa 20 minuti) e ho mostrato il becker in cui il solido giallo ottenuto era ormai completamente decantato [Fig.2], così da rendere evidente l'efficacia di una filtrazione per separare i componenti.

11/3/10 – 1 ora

Esperienza 3 - (osservazione). Separiamo il miscuglio solido/liquido ottenuto ed indaghiamo la natura della/e sostanza/e ottenuta/e

Dopo aver eseguito una rapida filtrazione del liquido surnatante [Fig.3], ne ho prelevato circa 50 ml e l'ho posto sulla piastra riscaldante [Fig.4]. Nel frattempo chiedo agli allievi di segnare sul proprio quaderno tutte le osservazioni fatte durante l'esperienza e descrivere dettagliatamente le operazioni svolte.

Chiedo anche di riflettere sui nomi delle sostanze che abbiamo utilizzato per fare le soluzioni di partenza....come sono "costruiti" questi nomi? Perché sono l'insieme di due parole? Cerchiamo di fare alcune ipotesi...

Intanto il liquido in ebollizione era quasi giunto a secco...l'insegnante porta a secco la soluzione prendendo con le pinze il recipiente, allontanandolo e avvicinandolo alla piastra per rendere graduale, lenta l'operazione: alla fine si rende evidente la presenza di una sostanza solida che appare un po' giallognola [Fig.5].

Questo colore giallo chiaro, completamente diverso da quello precedentemente ottenuto, mostra che si tratta di una sostanza diversa da quella gialla precedente, ma non siamo in grado di stabilire se possa trattarsi di una di quelle di partenza o una sostanza nuova. Si avanzano le ipotesi che la sfumatura gialla sia caratteristica della sostanza formata oppure sia dovuta alla presenza di una piccola quantità del solido giallo che forse si è sciolto in base alla sua solubilità ed ha "colorato" un solido bianco...intanto suona la campanella, continueremo l'indagine la prossima volta.



Fig. 2 -Il solido giallo decanta sul fondo



Fig. 3 -Un allievo segue la filtrazione del miscuglio



Fig. 4 -Il liquido raccolto dalla filtrazione viene posto su piastra riscaldante



Fig. 5 -La vaporizzazione del liquido rivela che al suo interno era presente una sostanza solida

15/03/10 – 1 ora

Fase 3 – Riflettiamo sulla natura delle sostanze ottenute e ragioniamo per modelli.

Anche oggi alcuni minuti sono stati dedicati a fare “il punto della situazione”.

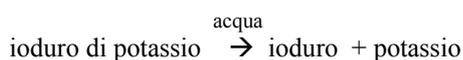
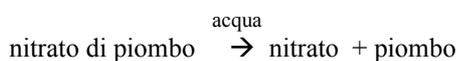
Dopodichè chiedo agli alunni i risultati delle loro riflessioni sui nomi delle sostanze di partenza. Viene fuori la particolarità che ciascuna sostanza da noi impiegata possiede “due nomi nel nome”....sembra che ciascuna sostanza sia costituita dall’unione di due parti distinte.

Propongo allora un possibile *modello* ipotetico per dare un senso a ciò che abbiamo osservato cominciando con alcune premesse:

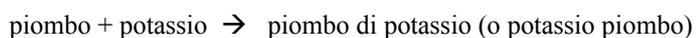
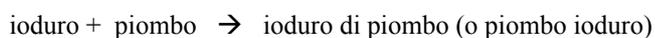
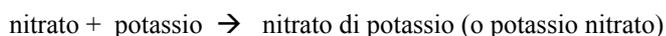
-dalla struttura del loro nome possiamo ragionevolmente immaginare che la prima sostanza sia costituita da una parte chiamata “ioduro” e una chiamata “potassio”. Lo stesso possiamo dire per il nitrato di piombo. Occorre sottolineare che in entrambi i casi *tali “parti” non formano un miscuglio ma costituiscono insieme una sostanza* (che infatti ha un proprio nome)! Cioè si suppone che una sostanza, con le sue caratteristiche specifiche ed invariabili, *possa essere costituita nella sua struttura da parti differenti tra loro.*

- possiamo allora immaginare che, quando tali sostanze formano una soluzione in acqua, esse si suddividano, disperdendosi nell’acqua, in parti così piccole da non essere più visibili (questo spiega la limpidezza delle soluzioni) e possiamo pensare che le parti che le costituiscono siano “libere” di circolare nell’acqua in modo indipendente....

Ricorrendo ad un modello grafico possiamo rappresentare alla lavagna ciò che potrebbe succedere nell’acqua nel modo seguente:



Secondo quanto detto prima, si può ipotizzare allora che, in una eventuale ricombinazione di queste parti, accada che *si formino delle sostanze diverse* da quelle di partenza: sembrerebbero possibili, cioè, varie “ricombinazioni”, come illustra lo schema seguente:



Per comprendere se le nostre ipotesi possono essere ragionevoli, **potremmo consultare** apposite tabelle che i chimici hanno costruito studiando accuratamente tutte le sostanze conosciute. Più semplicemente vi dò la seguente consegna per casa: cercate in rete l'esistenza delle sostanze ipotizzate e scrivete almeno le caratteristiche di stato fisico, colore e solubilità in acqua.

18/03/10 – 1 ora

Dalle revisioni dei lavori fatti a casa è risultato che sostanze dal nome “piombo di potassio” o “potassio di piombo” e “nitrate di ioduro” o “ioduro di nitrate” **non si trovano**: ciò significa che non è possibile ottenerle.

Invece esiste lo ioduro di piombo. Le caratteristiche registrate sono state le seguenti: solido giallo brillante, nocivo per l'ambiente. La solubilità è pari a 0,0016 g/100ml a 25°C: ciò significa che è praticamente insolubile in acqua.



Fig. 6 – L'aspetto dello Ioduro di Piombo

Qualcuno ha trovato in internet quanto abbiamo svolto in classe, una **reazione**, rilevando che dovrebbe formarsi anche il nitrate di potassio. Il nitrate di potassio possiede le seguenti caratteristiche: a temperatura ambiente è un solido cristallino bianco, molto solubile in acqua: la solubilità risulta 13,3 g/100ml a 0°C. È comunemente noto anche con il nome di **salnitro** o **nitro**.

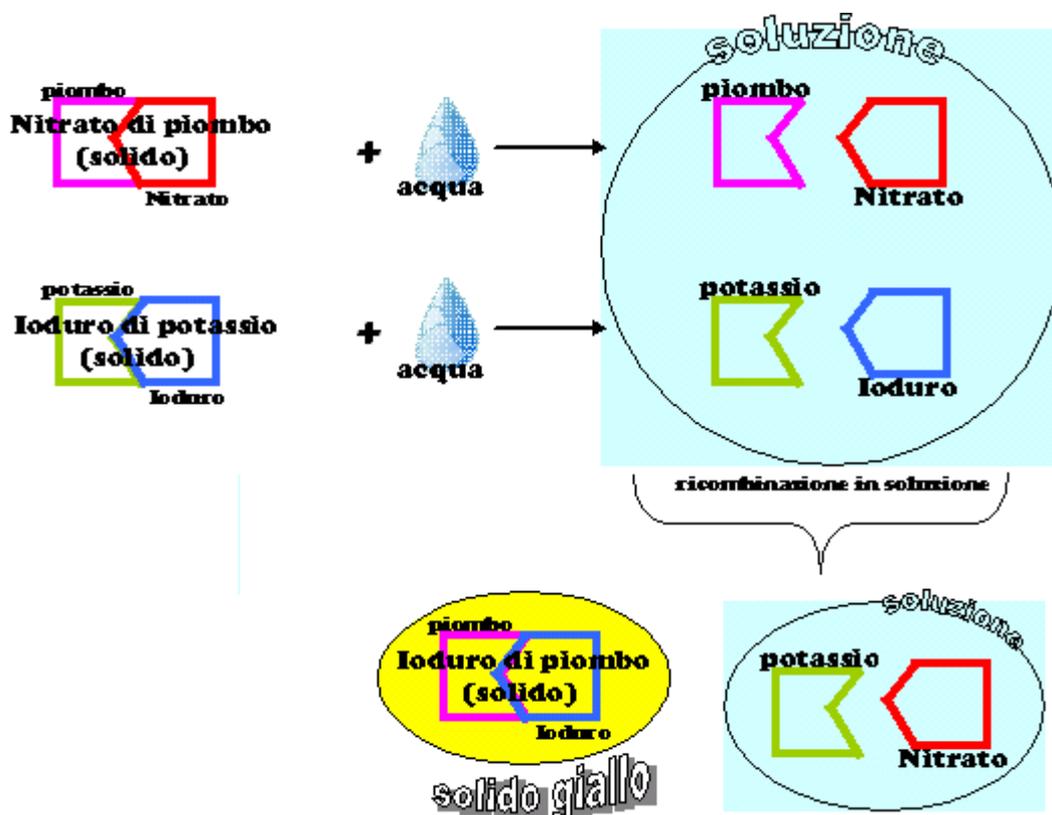
Raccogliamo allora le idee: mescolando nitrate di piombo e ioduro di potassio **si formano solo DUE sostanze diverse**: lo ioduro di piombo, pochissimo solubile (solido giallo che si raccoglie sul fondo) e il nitrate di potassio che, essendo molto SOLUBILE in acqua, resta in soluzione e non lo vediamo. Ma se mandiamo a secco il liquido filtrato dal miscuglio realizzato otteniamo anche il solido bianco nitrate di potassio: il fatto che fosse giallastro si può spiegare con l'essere mescolato a piccolissime quantità di ioduro di piombo, giallo, pochissimo solubile.

Concludendo abbiamo realizzato una **reazione chimica, una trasformazione in cui la natura della/e sostanza/e viene modificata**.

Concettualizzazione: mescolando alcune sostanze si ottengono altre sostanze diverse da quelle del miscuglio di partenza. Il mescolamento in questo caso dà luogo ad una trasformazione chimica o reazione.

In altre parole, una trasformazione chimica o reazione è una trasformazione nella natura della materia, cioè porta alla formazione di sostanza/e diversa/e da quella/e di partenza. Le sostanze di partenza si chiamano **reagenti**, le nuove sostanze ottenute **prodotti**.

Nessuno degli allievi aveva tentato di immaginare un modello macroscopico di spiegazione di quanto accaduto. Ho rappresentato allora alla lavagna con gessetti colorati il seguente schema:



Un mondo di trasformazioni... trasformano il mondo

Alla fine delle nostre ricerche abbiamo potuto concludere che il modello interpretativo si adatta ai dati sperimentali ed è in linea con quanto trovato in "letteratura".

Si può rappresentare una generica reazione chimica in termini di **reagenti** che formano i **prodotti** nel modo seguente:



Per la volta successiva l'insegnante chiede di sistemare il quaderno di laboratorio [Fig. 7] e di pensare a quella freccia...non potrebbe essere rivolta anche al contrario? cioè, i prodotti, una volta formati, potrebbero riformare i reagenti?

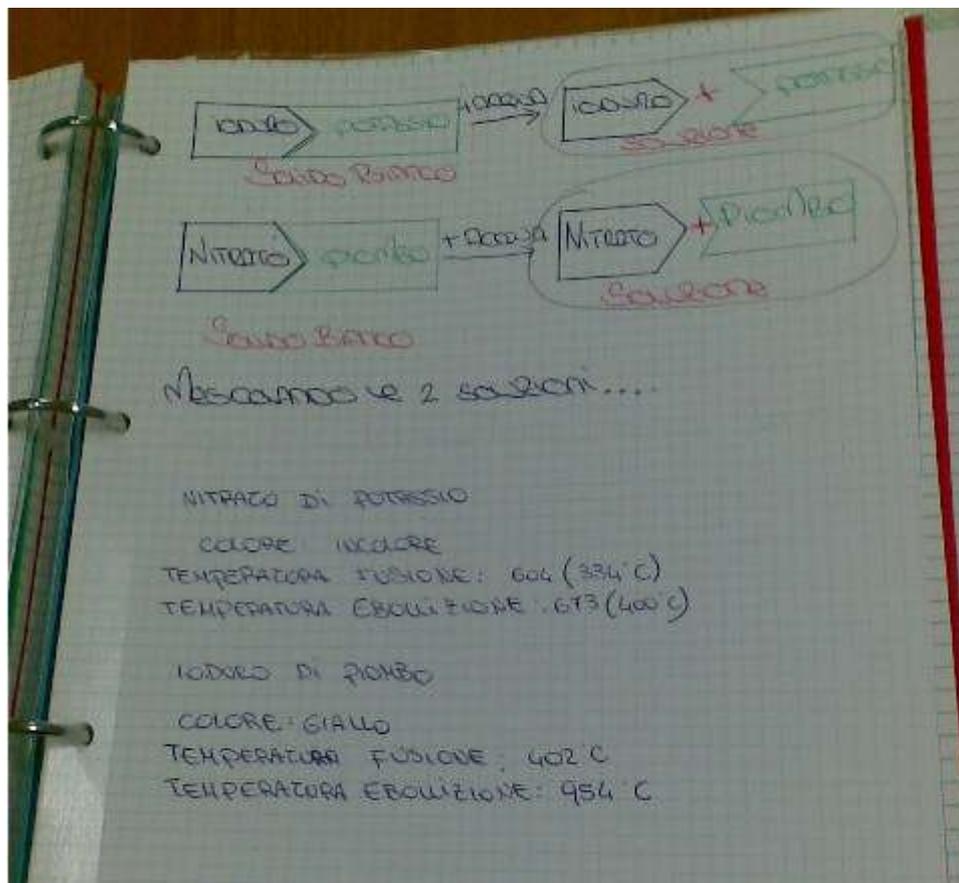


Fig.7- Appunti da un quaderno di lavoro di un allievo

22/03/10 – 1 ora

Fase 4 – Le reazioni avvengono solo in un senso o possono anche avvenire in entrambi i sensi (riottenere, cioè, i reagenti dai precedenti prodotti)?

Esperienza 4 : il cambiamento di colore di una sostanza....

Ci trasferiamo nell'aula di scienze e presento una esperienza per mettere in evidenza la reversibilità delle reazioni chimiche.

Materiali: ammoniaca, fenolftaleina, acido cloridrico diluito.

Pongo dell'acqua demineralizzata in un becker e ne determino approssimativamente il pH mediante un cartina colorimetrica universale: il pH risulta essere leggermente acido.

Poi introduco una punta di fenolftaleina nell'acqua. La soluzione ottenuta risulta incolore. A questo punto, mediante un contagocce prelevo una piccola porzione di ammoniaca diluita e la aggiungo alla soluzione: la soluzione diviene color porpora. Si saggia il pH di nuovo e questo risulta adesso nettamente basico.

Intervistando gli alunni risulta che a parere loro, la fenolftaleina + l'ammoniaca formano una sostanza color porpora.

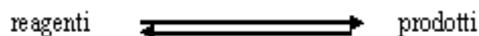
Allora preparo una nuova soluzione di fenolftaleina e vi aggiungo un paio di gocce di idrossido di sodio. La soluzione diventa di nuovo porpora.

L'insegnante chiede se è ragionevole pensare che una sostanza reagendo con sostanze diverse possa dare la stessa cosa? Cosa c'è in comune nelle due situazioni? Testando di nuovo con la cartina vediamo che anche nel secondo caso il pH è passato da acido a basico.

Concludiamo che è ragionevole pensare che la sostanza rossa sia il frutto del cambiamento del pH.

Vediamo che succede se facciamo ritornare il pH alla situazione di partenza..... Aggiungo alcune gocce di acido cloridrico nelle due soluzioni ed entrambe tornano incolori.

Si conclude che la reazione studiata può manifestarsi in una direzione ma anche in quella inversa, si dice pertanto che la *reazione è reversibile* e si può rappresentare nel modo seguente:



Domando: ma le reazioni sono sempre reversibili? La classe si divide in due: c'è chi sostiene che le reazioni sono sempre reversibili, altri invece sostengono che solo alcune volte si può riottenere i reagenti dai prodotti, ma altre è impossibile, come ad esempio, nella combustione: non possiamo riottenere il legno dalla cenere e dal "fumo"!

Senza entrare nei dettagli su quali siano esattamente i reagenti ed i prodotti di una combustione, appare evidente che si tratti di una reazione chimica, visto che si formano sostanze o miscele di sostanze diverse da quelle di partenza (cenere, fumo, etc...) e che non è possibile (ad esempio raffreddando) ritornare ad avere la carta di partenza: concludiamo che **alcune reazioni sono reversibili ma altre sono irreversibili**

Concettualizzazione. Esistono reazioni reversibili e irreversibili: non sempre una reazione può essere reversibile.

25/03/10 – 1 ora

Fase 5- Quanto sono diffuse e quindi importanti le reazioni chimiche?

Inizio la lezione chiedendo agli alunni di fornire qualche esempio di reazione chimica che possiamo rintracciare nell'esperienza quotidiana. Tutti cercano di intervenire, queste sono state alcune proposte degli alunni:

Formaggio/ muffa: formaggio che forma una muffa

Mela/aria: mela che all'aria forma una patina bruna sulla superficie

Pane/aria: pane con l'aria forma pane indurito

Latte/aria: latte ed aria che formano il latte "accagliato"

Cibo/calore: la cottura di un cibo (ad esempio una torta)

Pasta/lievito: la lievitazione della pasta.

Mosto/vino: il mosto che si trasforma in vino.....

A questo punto è iniziata una discussione guidata per determinare quali delle proposte avanzate fossero da ritenersi corrette, cioè costituissero esempi di reazioni chimiche. Il criterio era quello di *stabilire se la trasformazione portava ad almeno una sostanza diversa da quelle di partenza* (la valutazione non può che essere intuitiva, ipotetica ma ragionevole, giacché è impossibile andare a compiere misure di grandezze su tali insiemi di sostanze...)

Ad esempio: è parso a tutti chiaro che il pane indurito fosse sempre "pane" e pertanto tale proposta è stata scartata. Sulla formazione della muffa abbiamo convenuto che si tratta della formazione di "qualcosa di nuovo"...ma è corretto parlare della muffa come una sostanza? Le muffe furono studiate in prima media tra gli organismi viventi...conveniamo che non si tratta di trasformazioni di sostanze e stabiliamo di classificare questo caso tra le trasformazioni "biologiche".

Anche il latte che si "accaglia" naturalmente non è una semplice trasformazione chimica: senza entrare nei dettagli, abbiamo detto che si tratta di un processo complesso e il coagulo si forma non per presenza di aria ma per azione di particolari sostanze o per acidificazione del latte (cosa che può accadere, specie d'estate, se il latte non viene conservato in frigo).

Sulla cottura della torta c'è stato da discutere. Alcuni ritenevano che si trattasse della stessa torta...altri che la "torta cotta" non fosse la stessa cosa della "torta cruda". Essendo evidente a tutti che la torta costituisce un miscuglio di varie sostanze, non è possibile utilizzare gli strumenti di valutazione adatti al riconoscimento di esse (come peso specifico, ecc...), la cottura porterà alla trasformazione di vari componenti (uovo, latte,...) con formazione di nuove sostanze. Sono state accettate come reazioni anche la lievitazione della pasta: nella lievitazione si deve sviluppare un gas che prima non era presente e fa "rigonfiare" la pasta e forma la mollica; la mela che imbrunisce: a contatto con l'aria qualche sostanza presente nella mela cambia colore...è ragionevole pensare che si tratti di una sostanza nuova e quindi anche questa può essere considerata una reazione.

Ai contributi dei ragazzi aggiungo infine altri esempi:

Schiarimento dei tessuti con candeggina

Schiarimento del the con il limone

Formazione della ruggine sul ferro

L'acqua ossigenata che schiarisce i capelli

Il marmo (carbonato di calcio) a contatto con acidi dà effervescenza (sviluppa un gas)

.....

Come si può osservare il mondo delle reazioni...è molto vasto!

L'insegnante propone di pensare quali degli esempi fatti avessero carattere di reversibilità.

Un mondo di trasformazioni... trasformano il mondo

Solo l'esempio del the con il limone, per affinità con l'esperienza della fenolftaleina, è stato ritenuto rappresentare una trasformazione reversibile.

Concettualizzazione: esistono tantissime reazioni e molte di esse hanno grande importanza per la nostra vita e le attività umane

29/03/10 – 1 ora

Fase 6- Le reazioni avvengono tutte alla stessa velocità?

Inizio la lezione chiedendo agli alunni se, secondo loro, le reazioni avvengono tutte ad una stessa velocità. E' un coro di no e qualcuno suggerisce la velocità dello scoppio di un petardo, i fuochi d'artificio, altri il lento arrugginimento della ringhiera del terrazzo in ferro,...Se ne conclude che differenti reazioni avvengono a differenti velocità. Allora chiedo: ma fissata la natura dei reagenti una reazione chimica può avvenire a velocità differenti? Dopo un po' di smarrimento nessuno se la sente di intervenire.

Proseguo: vediamo allora se questo è possibile e se sì da cosa dipende la velocità di reazione più o meno elevata.

Esperienza 5 – Realizziamo (osserviamo) una interessante reazione “colorata”

Dopo aver raccomandato di registrare tutto quello che si osserva, preparo in due becker due soluzioni identiche di acido ossalico (circa 0,1 M) e aggiungo in ciascuna lentamente e con attenzione 2 ml di acido solforico goccia a goccia. In uno dei becker precedenti introduco 5 ml di permanganato di potassio diluito (di colore intensamente violetto) preparato in precedenza (anche questo circa 0,1 M) lasciando a temperatura ambiente. In questo istante un allievo fa partire un cronometro. La soluzione appare color rosso violaceo.

Prendo successivamente il becker con l'altra soluzione di acido ossalico e la pongo per qualche minuto sulla piastra riscaldante introducendo all'interno un termometro. Quando la soluzione raggiunge una temperatura di circa 50°C, la tolgo dalla piastra ed aggiungo anche a questo 5 ml di soluzione di permanganato mentre un altro allievo fa partire un altro cronometro. Si osserva che la soluzione rosso-violaceo si decolora questa volta immediatamente (cronometrati 5 secondi).

Frattanto l'altro cronometro misura circa 8 minuti dall'inizio della reazione a temperatura ambiente quando la soluzione inizia a decolorarsi. Dopo circa 35 minuti la soluzione a temperatura ambiente è quasi incolore.

L'insegnante spiega che la sostanza permanganato (rosso-violetta) in presenza di acido ossalico in un ambiente molto acido si trasforma in un'altra sostanza che non è colorata.

Questa esperienza mette in evidenza che aumentando la temperatura dell'ambiente di reazione la velocità di trasformazione risulta maggiore. In altre parole, una stessa reazione può avvenire a velocità diverse a seconda della temperatura.

Prima del suono della campanella c'è ancora tempo per mettere a contatto lo zinco con acido cloridrico in tre situazioni differenti. Avevo preparato in precedenza tre becker: in un primo becker era stata introdotta una sbarretta di zinco, in un secondo becker dello zinco in trucioli, nel terzo becker polvere di zinco. Quando si introduce una stessa quantità di acido cloridrico (circa 1 M) nei tre recipienti, si evidenzia una differente vivacità nell'effervescenza (emissione di gas idrogeno) che manifesta *differenti velocità di reazione*. Cosa cambia nei tre casi? Gli alunni hanno avuto difficoltà di interpretazione...

Spiego allora che *più la sbarretta viene frammentata e maggiore sarà la superficie che il materiale espone all'aria.*

Poiché inizialmente ciò sembrava non fosse compreso dagli alunni, ho preso un gessetto e ho fatto osservare quale sia la sua superficie esterna. Poi ho spezzato il gessetto in due parti mettendo in evidenza le superfici che vanno ad aggiungersi, e così via...

La lezione termina mettendo bene in evidenza che due sostanze possono reagire solo se i reagenti entrano in contatto tra loro...e quanto maggiormente possono farlo, tanto più velocemente avverrà la reazione. Ad esempio, affinché qualcosa possa bruciare dovremo far sì che la sua superficie all'aria sia la più ampia possibile: per accendere un caminetto non partiamo da un tronco di legno (!) ma con rametti e frasche piccole....

Concettualizzazione: una stessa reazione può avvenire a velocità diverse a seconda della temperatura e della superficie di contatto tra i reagenti

8/04/10 – 1 ora

Fase 7- Le reazioni comportano variazioni di energia?

In questa lezione ci proponiamo di mettere in evidenza che nelle trasformazioni chimiche c'è sempre in gioco energia, ad esempio del calore. Poiché intendevo evitare reazioni con reagenti pericolosi, ho cercato su internet qualche suggerimento e ho trovato su alcuni video che girano su “you tube” [7] l'esperienza del “dentifricio dell'elefante” che, oltre ad essere particolarmente spettacolare, permette di rilevare incrementi di temperatura molto significativi tra reagenti e prodotti.

Esperienza 6- Prepariamo un dentifricio..... per un elefante!!!

In un cilindro graduato di plastica da 500 ml posto sopra un foglio di carta plastificata da un lato (di almeno 40x50 cm), verso circa 70 ml di soluzione saponosa (si può impiegare shampoo, detersivo per piatti e simili) e 80-100 ml di acqua ossigenata. Si mescola con un normale termometro da laboratorio e si aggiunge una soluzione (circa 10 ml) contenente 1 grammo di ioduro di potassio. Immediatamente, ed in modo molto spettacolare, si genera una grande quantità di schiuma che fuoriesce dal cilindro [Figg 8,9]. Si vede anche comparire del fumo. Inserendo nella schiuma il termometro si registrano temperature fino a 70-80°C. Possiamo concludere che da questa trasformazione si è generata una quantità di calore non trascurabile!



Fig. 8



Fig.9

Sviluppo della reazione del “dentifricio dell’elefante”

L’insegnante spiega agli allievi che la schiuma deriva dal fatto che l’acqua ossigenata, reagendo, si trasforma in acqua e ossigeno. La schiuma pertanto contiene ossigeno come si può evidenziare avvicinando alla schiuma uno stecchino con la punta incandescente e verificare il ravvivarsi della fiamma!

Prima di terminare la lezione c’è il tempo per approfondire l’argomento facendo riferimento a quei fenomeni che utilizzano l’energia in gioco delle reazioni con intenti distruttivi (bombe, polveri da sparo) o di produzioni di energia (centrali termiche che bruciano carbone, olio combustibile o gas metano...).

Concettualizzazione- Una reazione in quanto tale o emette o assorbe energia. Talvolta la quantità di energia emessa, ad esempio termica, è talmente rilevante che questa rappresenta il “prodotto” principale della reazione stessa e viene impiegata su larga scala per usi domestici e/o industriali (ad esempio la combustione del metano nelle cucine a gas e in molte centrali termiche, la combustione della benzina nelle nostre automobili, ecc.)

Risultati

Sono stati impiegati diversi strumenti di verifica (controllo della comprensione di quanto sviluppato ad ogni lezione, controllo in itinere dei quaderni di lavoro degli allievi e verifica finale con questionario a domande aperte). La sperimentazione è stata sviluppata in 2 classi: qui riportiamo i risultati ottenuti in una seconda media. I risultati ottenuti hanno ancora una volta mostrato che, operando con metodi costruttivisti e facendo ricorso ad una costante sperimentazione, l’acquisizione dei concetti raggiunge buoni livelli, migliori di quelli raggiunti in genere affrontando le discipline con metodi tradizionali.

I quaderni di lavoro hanno mostrato che la maggioranza degli allievi (80-85%) aveva afferrato i concetti affrontati descrivendo le varie situazioni in un linguaggio sufficientemente corretto. I risultati della prova di verifica finale (questionario: vedi appendice) sono stati i seguenti:

voto	frequenza
10	quattro
9	due
8	sei
7	due
6	otto
5	tre

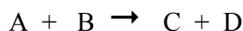
Un mondo di trasformazioni... trasformano il mondo

Come si osserva i risultati sono stati più che positivi: l'88% degli allievi ha riportato una votazione sufficiente (32%) o più che sufficiente (56%). Gli insufficienti sono stati il 12%.

Appendice

Questionario di verifica – (1 ora)

- 1) Cosa è una trasformazione chimica?
- 2) Fai almeno due esempi di trasformazioni fisiche e altrettanti di trasformazioni chimiche.
- 3) L'effettuazione di un miscuglio può condurre ad un nuovo miscuglio più complesso oppure ad una reazione chimica: limitandoci a livello dell'osservazione, quali sono i criteri da seguire per riconoscere se siamo nel primo o nel secondo caso?
- 4) Secondo quanto abbiamo studiato, quando si scioglie del sale in acqua si effettua una reazione chimica? Spiega.
- 5) Geppetto brucia un ceppo di legno di 1 kg in un caminetto; Pinocchio brucia lo stesso ceppo di 1 kg dello stesso legno, ma ridotto in segatura. Nei due caminetti il legno brucia completamente nello stesso tempo? Rispondi e spiega da quali altri fattori dipende la velocità di una reazione chimica.
- 6) Leggi attentamente questo elenco di reazioni, alcune sono reversibili altre praticamente irreversibili: precisalo accanto a ciascun tipo
 - a) combustione di una candela.....
 - b) variazione del pH di una soluzione in presenza di un indicatore come la fenolftaleina...
 - c) cottura di un uovo all'occhio di bue.....
- 7) Secondo quanto spiegato, cosa è il pH? Come si stabilisce il valore del pH?
- 8) Fai almeno 2 esempi di soluzioni acide e due esempi di soluzioni basiche che incontriamo frequentemente nella vita quotidiana.
- 9) Qual è la differenza tra le due reazioni chimiche schematizzate sotto? Spiega



- 10) Ripensa all'esperienza di laboratorio in cui abbiamo ottenuto lo ioduro di piombo... Come abbiamo fatto a stabilire che si trattava effettivamente di ioduro di piombo e che ciò che avevamo fatto era una reazione chimica?
- 11) Quale importanza hanno nella nostra vita quotidiana le reazioni che danno come "prodotto" grandi quantità di energia? Fai almeno due esempi e indica almeno alcuni modi in cui questa energia viene utilizzata.
- 12) Descrivi l'esperienza di laboratorio in cui è stata utilizzata la fenolftaleina. Questa esperienza mette in evidenza una caratteristica di alcune reazioni chimiche. Quale? Spiega.

Bibliografia

- [1] F. Olmi, G. Cosenza, A. Pezzini- Di cosa son fatte le cose- CnS-La Chimica nella Scuola a.XXX,n.4/2008, pp.62-84
- [2] ISS – Piano Nazionale Insegnare Scienze Sperimentali- E' al terzo anno della sua attività e con il 2009/2010 sono stati accreditati i tutor che hanno operato nei presidi lavorando nelle loro classi e con colleghi nella formazione tra pari.
- [3] P.Riani- Analisi dello sviluppo del concetto di trasformazione nel periodo della scuola elementare", CnS-La Chimica nella Scuola, n.2/2002, p.48; P.Riani- Il concetto di trasformazione- CnS-La Chimica nella Scuola- n.4/2008, p. 130
- [4] C. Fiorentini, E. Roletto- Ipotesi per il curricolo di chimica- CnS La Chimica nella scuola-5/2000, p.158
- [5] C. Fiorentini- Percorso didattico su tre classi fondamentali di sostanze: gli acidi, le sostanze basiche e i sali, L'insegnamento delle scienze verso il curricolo verticale- vol.I –I fenomeni chimico-fisici-IRRSAE Abruzzo, p.156
- [6] T.Pera- Trasformazioni 1- Un percorso tra pari- Una verticalità possibile – Piano ISS, I Seminario Nazionale, Napoli, Nov. Dic.2006 (Scuola sec. di I grado pp.195-197)
- [7] http://www.chimica.unipd.it/chimica-non-magia/exp_ildentificiodellelefante.htm