

Spedita a tutte le scuole

Laboratorio di Chimica dell'ITIS "E.Majorana" di Grugliasco

**Ai colleghi delle scuole medie di Grugliasco e Rivoli "Sessantasei martiri", "Europa Unita", "Carlo Levi", "A.Gramsci" e "Matteotti",**

vi inviamo materiale didattico che ci appare utile per il progetto "Cooperazione didattica nell'educazione scientifica", in coerenza con l'obiettivo di aiutare gli allievi a costruirsi un modello mentale corretto, per quanto semplificato, della struttura particellare della materia.

Gli studiosi dei problemi della didattica della fisica e chimica sottolineano insieme l'importanza e la difficoltà dell'insegnamento/apprendimento di questo concetto, perchè il modello particellare non si fonda su dati sperimentali diretti.. A questo proposito i proff. Valitutti e Tifi così scrivono (*Scuola e città*, novembre 1993, le sottolineature sono nostre):

"Ci sono studi che fanno risalire alla non padronanza del modello particellare alcuni errori concettuali riscontrati dagli allievi dopo un regolare corso di chimica. Ad esempio tali studenti ritengono:

- a) che le molecole e gli atomi sono più leggeri quando passano allo stato gassoso;
- b) che un atomo d'oro è giallo e conduce la corrente;
- c) che gli atomi e le molecole si espandono se riscaldati.

Riassumendo, i ragazzi al primo approccio con la chimica (addirittura alle medie inferiori) dovrebbero poter osservare i fenomeni chimici e, contemporaneamente, dovrebbero essere allenati a manipolare il modello atomico molecolare per interpretare i fenomeni ...".

E' interessante inoltre quanto dicono i due studiosi dei processi cognitivi, fautori delle mappe concettuali, Novak e Gowin rispetto alle conoscenze spontanee: "... frequenti negli alunni che vedono i solidi fatti di molecole dure e i liquidi di molecole acquose...":

"Quando gli studenti capiscono che attorno alle molecole c'è solo spazio vuoto e che gli stati della materia dipendono dalla temperatura, che influisce sui tipi di legami molecolari, possono conciliare le loro vecchie idee con le nuove integrandole in questo modo: il ghiaccio o il ferro diventano liquidi quando vengono riscaldati non perchè le loro molecole cambiano, ma perchè i legami rigidi tra di esse si rompono." (Novak e Gowin 1984)

Per costruire insieme un percorso didattico che aiuti ad affrontare queste difficoltà e a fornire agli allievi le condizioni per creare collegamenti "conciliativi" tra le informazioni nuove e quelle vecchie, proponiamo un "**pacchetto**" di documentazione che potrebbe costituire un buon presupposto per la preparazione e programmazione dei moduli didattici da svolgere con i ragazzi delle scuole medie:

- articolo di Journal of Chemical Education "Is an atom of Copper malleable?" che mette in rilievo le misconcezioni presenti in un campione significativo di studenti israeliani quindicenni riguardo al modello particellare della materia; gli autori attraverso la loro indagine dimostrano che molti studenti hanno un modello continuo della materia, per cui "un atomo di rame può essere visto come un pezzettino di metallo solido e un atomo di mercurio può significare una minuscola goccia di liquido." Nell'articolo viene sottolineata l'importanza di un programma che prevenga

le misconcezioni o modifichi le concezioni “spontanee” . Particolare importanza in questo senso riveste l’applicazione dell’articolo/modulo didattico di Nussbaum e Novick, tradotto da A.Tifi;

- articolo/ unità didattica di P.L.Riani sulla materialità dei gas: “Esperienze di laboratorio per lo studio delle sostanze gassose nella scuola media inferiore”;
- articolo/unità didattica di Nussbaum e Novick (al quale far precedere l’attività sulla materialità dei gas);
- dodici schede di lavoro sul modello particellare (su gentile concessione degli autori Proff. Valitutti e Tifi);
- articolo di Valitutti comparso su *Scuola Democratica* nel luglio-agosto 1998 “Si può migliorare l’apprendimento?”, che contiene utili suggerimenti pedagogici e didattici, anche sull’introduzione del modello particellare;
- alcune nostre proposte sulle possibili attività sperimentali che permettano , considerando anche l’itinerario didattico diverso da classe a classe, di articolare in modo “personalizzato” le scelte più opportune di esperienze di laboratorio che dovremo svolgere. Le schede che proponiamo descrivono il nocciolo delle esperienze praticabili (altre possono da voi essere individuate), da discutere insieme; una volta definite classe per classe, saranno affiancate da schede con i procedimenti operativi.

Grugliasco, 12/11/98

Vi salutiamo con cordialità

i docenti ed il tecnico di Chimica e del Laboratorio di Chimica  
dell’ ITIS Majorana  
M. Falasca, L.Angeleri, I.Bianchi, A.Martini, G. Rizzo.

**Proposte delle possibili attività sperimentali per i ragazzi di scuola media, su cui scegliere il percorso più adatto, classe per classe** ( di volta in volta i ragazzi vedranno anche alcune “magie” chimiche, con il solo intento di rendere ancora più gradevoli e motivanti le attività)

a - i colleghi delle scuole medie, prima degli incontri presso il laboratorio del Majorana, potrebbero svolgere delle attività sperimentali propedeutiche relativamente al concetto di materialità dei gas. Ci sembra utile in tal senso l'applicazione sperimentale, che richiede materiali accessibilissimi, delle indicazioni e suggerimenti di P. Riani contenute nell'articolo di CnS allegato: “Esperienze di laboratorio per lo studio delle sostanze gassose nella scuola media inferiore”.

Andrebbe detto ai ragazzi, come “germe” per la costruzione concettuale, che la materia è costituita da particelle molto piccole e che ogni singola particella non si può dividere, ha sempre la stessa massa, non si può deformare, non ha colore, ecc. Il concetto sarà spesso ripreso e rafforzato.

b - i colleghi delle scuole medie, lavorando nel gabinetto scientifico delle scuole o nel laboratorio del Majorana ( da discutere e decidere insieme), potrebbero iniziare svolgendo attività che creino un ponte tra il macroscopico ed il microscopico relativamente agli stati fisici della materia, utilizzando rappresentazioni particellari con palline o cerchietti, colorati o diversamente disegnati (alcuni ottimi disegni si possono trovare nelle schede di lavoro sul modello particellare di Tifi e Valitutti allegati

Si dovrebbero considerare proprietà dei solidi quali quella cristallina (esame anche con microscopio, all' ITIS o nei gabinetti scientifici, sapendo che possiamo volentieri prestare lo strumento), la non comprimibilità dei liquidi, la comprimibilità dei gas (con siringhe). Il **ponte** verso il microscopico può essere gradualmente costruito, come dice P.Riani (università di Pisa), fornendo ai ragazzi alcuni “germi” nel modo seguente:

“ **I solidi** sono difficilmente deformabili, quindi le particelle che li compongono devono essere legate tra di loro con legami che si rompono difficilmente. La struttura cristallina di certe sostanze può essere spiegata ammettendo che le particelle siano legate fra loro secondo una struttura regolare, le sostanze solide che non hanno struttura cristallina visibile si può ipotizzare che abbiano una costituzione a microcristalli, qualcosa del genere può essere osservata con una lente (*o con microscopio stereoscopico, ndr*) in un campione di granito o di marmo. L'incomprimibilità dei **liquidi** dice che le particelle devono essere più o meno alla stessa distanza di quelle che compongono i solidi, anche se i legami che le tengono unite devono essere diversi in quanto è permessa la mobilità delle particelle. La comprimibilità dei **gas** evidenzia il fatto che le particelle costituenti devono essere distanziate l'una dall'altra. Le densità (*vedi esperienza successiva ndr*) della stessa sostanza allo stato gassoso e allo stato liquido sono molto simili, e questo dà una conferma che la distanza tra le particelle non varia in modo apprezzabile (e, nel caso dell'acqua, la distanza è minore nel liquido che nel solido, tant'è vero che il ghiaccio galleggia)”

c - In laboratorio : esperienza sulla densità di liquidi e solidi (anche per queste esperienze, da condurre con bilancia, cilindri graduati, oggetti di vari materiali di adatte dimensioni, possiamo o lavorare insieme o prestare il materiale; è da decidere scuola per scuola e classe per classe a seconda del programma svolto e da svolgere). Occasione ottima per insegnare ai ragazzi come effettuare misure di massa con la bilancia e di volume con i cilindri graduati. I ragazzi potranno in questa circostanza sperimentare **la conservazione della massa** nelle miscele liquido-liquido, ma la non additività dei volumi. Interessante a questo proposito la scheda di lavoro sull'argomento di Tifi-Valitutti e i problemi sperimentali proposti.

Questa potrebbe essere forse, per le classi prime, la prima delle quattro lezioni in compresenza tra colleghi delle scuole medie e dell'ITIS. ( è da discutere e decidere insieme)

d - a questo punto si potrebbe applicare per le classi seconde o terze (**in aula o in laboratorio ?**) l'articolo/unità didattica di Nussbaum e Novick sul modello particellare . L'articolo interessantissimo di Nussbaum e Novick ci è stato fatto pervenire a fine ottobre 1998 dal collega A. Tifi (Macerata)

che ne ha curato la traduzione. Il Prof Tifi, scrivendo del lavoro sulla struttura particellare, così lo commenta:

“... penso che sia importante fare un lavoro molto accurato all’inizio del primo anno (o addirittura alle medie) sul modello cinetico-particellare, introducendo - uno alla volta - i tre aspetti fondamentali :

1. la materia è fatta di spazi vuoti e di particelle,
2. le particelle sono in movimento perpetuo e tale moto è in relazione alla temperatura;
3. le particelle si attraggono con forze d’intensità variabile da sostanza a sostanza.

Per il primo aspetto vi invio un articolo tradotto da S.S.R. (di Nussbaum e Novick) che ho già sperimentato con grande efficacia lo scorso anno. Inoltre mi sembra che tale proposta si presti ottimamente per le scuole medie! Quest’anno lo ripeterò in prima superiore con i gruppi cooperativi, secondo lo schema che ho allegato.

In tale schema la prima dimostrazione si riferisce alla beuta svuotata del 50%; la seconda alla compressione di una siringa al volume del 50%, la terza alla compressione dell’aria nella siringa da 50 a 5 cc e la quarta al becher vuoto capovolto su una bacinella d’acqua.

Le esposizioni precedono le dimostrazioni dalla cattedra e si riferiscono al dibattito condotto dopo i resoconti dei referenti dei vari gruppi cooperativi.

Le dimostrazioni che prevedo di realizzare per le attività di gruppo relative agli aspetti 2) e 3) del modello particellare sono:

- diffusione del profumo,
- diffusione di un cristallo di permanganato di potassio in un grosso cristallizzatore con acqua;
- come sopra, contemporaneamente con acqua a due diverse temperature;
- dilatazione termica di un liquido;
- sublimazione alla bilancia del p-diclorobenzene (PDCB), per 10’ in aria e per 10’ sotto vuoto in una beuta da 1 L;
- diversa capacità di evaporazione di tre liquidi volatili.

Alla fine gli allievi dovrebbero costruire il modello cinetico-particellare completo con i criteri pedagogici indicati da Nussbaum e Novick. In seguito i riferimenti a tale modello emergeranno frequentemente nelle attività didattiche e sperimentali e saranno evidenziati e consolidati.”

Questa potrebbe essere forse, per le classi seconde o terze, la prima lezione in compresenza tra colleghi delle scuole medie e dell’ITIS. ( è da discutere e decidere insieme)

e - Passaggi di stato. Incontro nel laboratorio del Majorana (...° incontro dei 4 previsti).Lavori di gruppo.

1° parte sui passaggi di stato: (su quattro banconi, in 7 gruppi?) . Si ritorna sui **gas** e si propone un’esperienza che vuole consolidarne i concetti e dimostrare nel contempo la **conservazione delle masse nelle trasformazioni**. Si pesa una beuta (chiusa con tappo a vite) contenente un cristallo di iodio; subito dopo la si riscalda direttamente sulla piastra. Si osserva la trasformazione e lo sviluppo di vapori violetti. Si mette in evidenza che si tratta di un processo di fusione e successiva evaporazione. Si ripesa la beuta e si osserva l’invarianza della massa. Obiettivi: avendo già il concetto di materialità dell’aria, l’esperienza consente di “vedere” la evaporazione di un liquido e quindi un gas in formazione, la sua diffusione in tutto il volume del recipiente. Aspetto particellare: sapendo che nel recipiente c’era aria e che la beuta è chiusa, come interpretano i ragazzi, con un disegno, il sistema prima e dopo la trasformazione? Aiutiamoli, confrontando le rappresentazioni (in aula forse) a trovare un’interpretazione corretta.

E’ utile poi mostrare come un’evaporazione (ad es. di alcool etilico o acetone) provoca un raffreddamento.

2° parte sui passaggi di stato: distillazione dell’ acqua (su quattro banconi); lo scopo sarà non quello di realizzare una separazione di materiali, ma quello di aiutare i ragazzi ad osservare con attenzione e a riflettere sui concetti di ebollizione e condensazione. Sarà oggetto di discussione in classe sia la sosta termica che la natura delle bolle (molti sosterranno che sono fatte di aria, altri di ossigeno o idrogeno, ben pochi risponderanno correttamente che sono di vapor acqueo). Le difficoltà sul

fenomeno dell'ebollizione, sulla differenza con l'evaporazione, sulla natura delle bolle, è dimostrato da vari indagini, si manifestano anche in studenti dell'università. Sarà utile quindi costruire fin da ragazzi un'idea corretta quanto meno dal punto di vista fenomenologico.

**In aula poi si dovranno discutere insieme ai ragazzi le interpretazioni dal punto di vista microscopico, rappresentando le particelle con palline o cerchi colorati.**

e - Incontro nel laboratorio del Majorana (...° incontro dei 4 previsti): continuazione passaggi di stato e inizio delle miscele:

- 3° parte sui passaggi di stato:  fusione e solidificazione dell'alcool butilico terziario dell'acqua (con 7 gruppi) su quattro banconi: si esaminerà la solidificazione dell'alcol butilico terziario con l'osservazione dell'arresto della temperatura, cioè della sosta termica.

- 1° parte sulle miscele: preparare una miscela partendo da acqua distillata e sciogliendovi sale da cucina. Sottolineare che si tratta di una trasformazione (evitare le etichette di fisica o chimica); far notare che si modificano alcune proprietà di tutti e due i componenti, mettendo a confronto la viscosità dell'acqua e quella di due o tre soluzioni di acqua e sale da cucina a diversa concentrazione. Far notare la conservazione delle masse.

**In aula poi si dovranno discutere insieme ai ragazzi le interpretazioni dal punto di vista particellare.**

f - Incontro nel laboratorio del Majorana (...° incontro dei 4 previsti): **le miscele**. Lavori di gruppo. Esperienze sul comportamento in acqua di vari materiali ( soluzioni e miscele eterogenee).

Obiettivi : comprendere che alcune sostanze si sciolgono in acqua e altre sono insolubili, acquisire alcune abilità nella manipolazione di liquidi e alcune tecniche di misurazione dei volumi dei liquidi (con cilindri graduati di capacità diversa) e delle masse (con bilancia elettronica). *Le misure di masse e volumi vanno fatte soprattutto con le classi che non hanno eseguito l'esperienza della densità.*

Si dovrà insistere a lungo sui concetti di soluzione, solvente, soluto.

In particolare i ragazzi, dopo aver misurato diversi volumi di liquidi e misurato le masse osserveranno:

- un solido (in cristalli colorati ) solubile in acqua introdotto nella misura di un solo cristallo (permanganato o solfato di rame ) , per osservare la formazione di una soluzione colorata; lo stesso soluto aggiunto in misura maggiore ( magari anche con pesate), per parlare di concentrazione m/m. Evaporazione del solvente e recupero del soluto; sono realizzabili, qualora lo si ritenga proponibile, conferme della legge di conservazione della massa
- lo stesso solido solubile in acqua ( permanganato di potassio), insolubile in olio

**In aula, nelle lezioni immediatamente successive, si discuteranno insieme ai ragazzi le interpretazioni dal punto di vista microscopico, rappresentando le particelle con palline o cerchi colorati.**

g - Incontro nel laboratorio del Majorana (...° incontro dei 4 previsti).Lavori di gruppo  
Continuazione del lavoro sulle miscele:

- un solido insolubile (Solfato di Calcio) in polvere messo in acqua, per osservare la formazione di una sospensione;
- un solido insolubile in polvere e non bagnabile (zolfo) in acqua; su questo sistema si eseguirà la filtrazione; qui volendo è possibile introdurre un PS sperimentale (ad es con un sistema acqua-solfato di rame- terriccio si chiede la separazione del solfato di rame)
- due liquidi miscibili (acqua e acetone; acqua e alcool etilico); qui si dimostrerà , per chi non ha effettuato il lavoro sulla densità, la conservazione della massa e la non conservazione dei volumi
- due liquidi immiscibili (acqua e olio); separazione con imbuto separatore (dimostrativa, non eseguita dai ragazzi)

h - Incontro nel laboratorio del Majorana. Problem Solving sperimentale. Lavori di gruppo

Obiettivi: rafforzamento dei concetti di solubilità, soluzione, soluto, solvente, concentrazione delle soluzioni attraverso la soluzione di un problema sperimentale (Problem Solving).

Si farà un'attività sperimentale analoga alla prima esperienza chiedendo però prima ai ragazzi che discutano e rispondano, a livello collettivo di classe, ad un interrogativo a cui possono dare risposta certa solo con un esperimento: **se mettiamo in 50 mL di acqua 3 g di sale fino e in in 50 mL di acqua 3 g di sale sale grosso, quale si scioglie completamente prima dell'altro a temperatura ambiente?** I ragazzi devono, gruppo per gruppo, preparare un piano di lavoro e di soluzione del problema prospettato. I bambini devono discutere tra loro in gruppo e se saranno in grave difficoltà saranno aiutati.

Altre possibili esperienze:

Viscosità dei liquidi : imbuto separatore con liquidi diversi: acqua colorata con inchiostro, alcol, olio

Esperienza di due trasformazioni chimiche (una con produzione di calore NaOH + HCl e l'altra con assorbimento di calore tra Bario idrossido 8-idrato e nitrato di ammonio, entrambi solidi) Per la prima si può forse fare un buon uso del modello particellare, per la seconda, che comincia ad essere un po' complessa, è sufficiente la descrizione macroscopica.

Rielaborazione dei concetti relativi alle miscele, tecniche di separazione di alcune miscele (filtrazione, evaporazione): evaporazione di un campione di acqua distillata, di un campione di acqua del rubinetto, di una soluzione di acqua e sale e del filtrato ottenuto dalla separazione acqua di mare - sabbia o terriccio.

Esperienza in gruppo di una trasformazione chimica con verifica della conservazione della massa : Presentazione (con esecuzione di gruppo) di un esperimento di interazione di un materiale (aspirina effervescente o simili) con l'acqua oppure bicarbonato di sodio + aceto (per mettere in campo materiali di uso domestico). E' un esperimento che raggiunge già una certa complessità concettuale, perché si ha una trasformazione (chimica, ma non sarà esplicitato) con formazione e liberazione di un gas ( si utilizzerà un palloncino di gomma per raccogliere il gas). Molte saranno le domande che si porranno i ragazzi, e molte saranno le risposte che si daranno nella discussione (immaginiamo, perché a noi appare un'esperienza entusiasmante dal punto di vista didattico, ma poi sarà così? Vedremo..): cosa sono le bollicine, da dove arrivano? Cosa ha fatto gonfiare il palloncino? La pastiglia si è sciolta solamente come nelle soluzioni della volta precedente oppure c'è stata una trasformazione più "complessa"? Le bollicine stavano a significare che il sistema "bolliva"? Ci sarà stato un cambiamento della massa del sistema? (Qui potremo dare un ulteriore contributo al consolidamento del concetto di conservazione della materia) ecc. ecc.

esperienza dimostrativa su tre banconi : dilatazione dei liquidi. Un palloncino tarato con 100 mL di acqua colorata e un palloncino tarato con 100 mL di alcol denaturato (faremo estrema attenzione!!!) osservati prima a temperatura ambiente e poi in un bagno maria ad acqua tolto da poco dallo scaldino (70 °C circa). Dilatazione dei solidi.

**N.B. : tutte le esperienze saranno accompagnate da una scheda dettagliata del procedimento operativo**

I docenti ed il tecnico di Chimica e del Laboratorio di Chimica  
M. Falasca, L. Angeleri, I. Bianchi, A. Martini, G. Rizzo.