

REGIONE
TOSCANA



**Iniziativa realizzata con il contributo della Regione Toscana
nell'ambito del progetto**

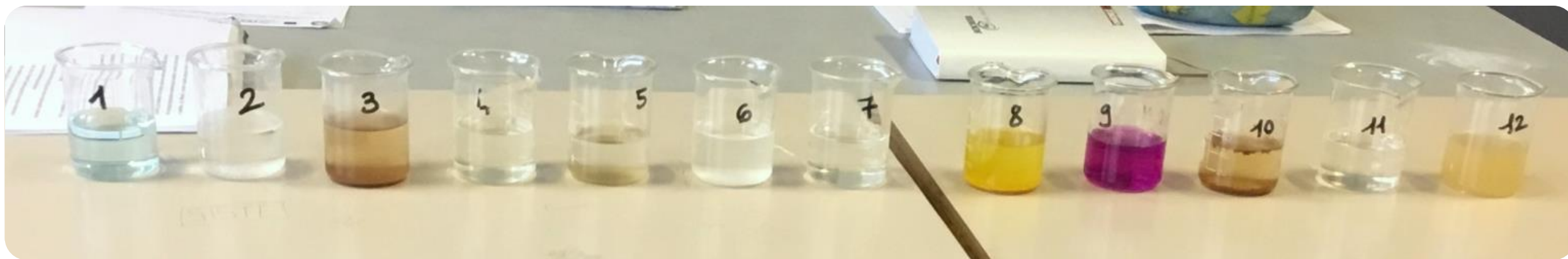
Rete Scuole LSS

a.s. 2018/2019

LE SOLUZIONI

Un primo approccio al concetto di soluzione

Percorso svolto nelle classi prime del liceo scientifico indirizzo matematico



Collocazione nel curriculum verticale

- L'introduzione allo studio della chimica nella classe prima del liceo scientifico deve essere necessariamente basata su un approccio fenomenologico-induttivo. Il percorso che si propone è stato progettato e sperimentato in alcune classi del primo ciclo, tuttavia si rileva che gli studenti arrivano al liceo con un bagaglio culturale carico di preconcetti, di nozioni non assimilate che usano spesso alla rinfusa e con la convinzione che le materie scientifiche si basino esclusivamente sullo studio di formule su cui si regge l'impalcatura concettuale delle discipline.
- Quindi l'approccio fenomenologico nel biennio apre nuovi scenari per uno studio ragionato della chimica e sfrutta la curiosità e la naturale propensione alla "scoperta" tipica dell'età adolescenziale.
- Partendo dall'osservazione di semplici fenomeni che sono alla base di importanti nodi concettuali, si chiede agli studenti di descrivere ciò che vedono e in un secondo momento di provare a dare una interpretazione personale. Attraverso la verbalizzazione individuale, in una prima fase, e poi attraverso la discussione collettiva, si arriva a dare importanti definizioni operative che sono il frutto della sperimentazione e della rielaborazione personale.
- Gli studenti imparano quindi a osservare la realtà che li circonda, a isolare i fenomeni per poterli analizzare al meglio, a descrivere utilizzando un linguaggio rigoroso e appropriato, a confrontare le proprie idee con quelle degli altri, a provare a dare una interpretazione dei fenomeni osservati.
- In tale contesto tutti gli studenti hanno un ruolo attivo e diventano attori nel processo di costruzione delle idee.
- La definizione operativa di soluzione è uno dei nodi concettuali alla base dello studio della chimica. L'osservazione della solubilizzazione delle sostanze di uso comune è imprescindibile ma non sufficiente per la concettualizzazione di una soluzione; per arrivare a formulare un concetto scientifico bisogna soffermarsi a riflettere su quanto osservato in maniera sistematica. Questo è quello che si chiede agli studenti, il superamento delle idee di senso comune che fanno parte del loro vissuto quotidiano e la costruzione di un concetto. Il lavoro per raggiungere l'obiettivo deve essere condiviso da tutti, in ogni fase del percorso.
- I tempi richiesti e le modalità di esecuzione devono rispondere alle esigenze del gruppo classe e non possono essere rigidamente prefissati.
- Questo lavoro di documentazione si avvale della collaborazione con INDIRE che ha visto una sinergia sia nella fase di progettazione delle varie attività che nella rielaborazione successiva attraverso la registrazione video e la revisione di alcune lezioni.
- Lo svolgimento del percorso si è avvantaggiato anche della compresenza delle due docenti di scienze naturali delle classi in cui è avvenuta la sperimentazione per un'ora sulle due curricolari.

Obiettivi di apprendimento

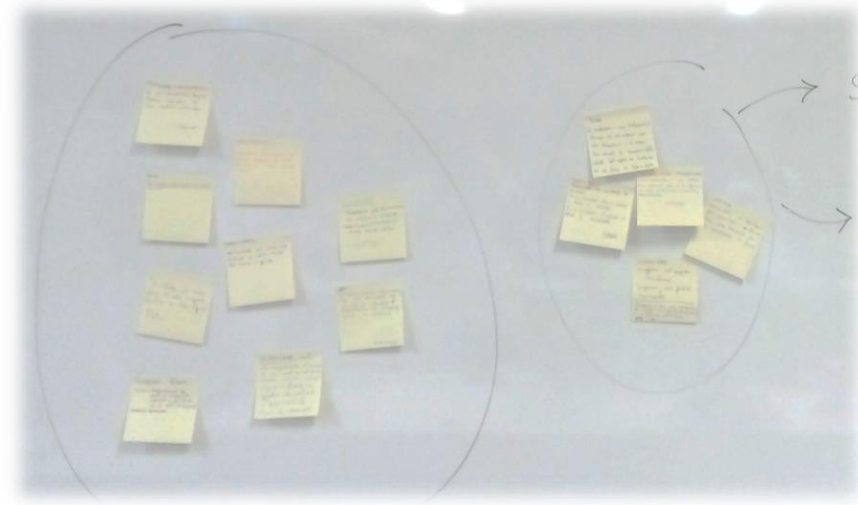
- Fase 1: Riconoscimento di polveri ad occhio nudo e, dopo triturazione, con lo stereomicroscopio
 - Osservare che sostanze uguali possono apparire diverse e sostanze diverse possono apparire simili
 - Sfruttare le diverse proprietà delle sostanze per riconoscerle
 - Identificare sostanze solubili e non solubili
- Fase 2: Costruzione del concetto operativo di sostanza solubile
 - Costruire una prima definizione operativa
 - Esprimersi con rigore scientifico: i termini scientifici non possono essere ambigui
- Fase 3: Il soluto conserva le sue caratteristiche
 - Comprendere che le sostanze disciolte restano in soluzione anche se non si vedono
 - Le sostanze disciolte non si vedono perché ridotte in particelle piccolissime
- Fase 4: I concetti di trasformazione fisica e trasformazione chimica
 - Approfondire il significato di «sciogliere» in contesti diversi (solubilizzazione, fusione)
- Fase 5: La solubilità è un concetto relativo
 - Dipendenza della solubilità dal tipo di sostanza
 - Dipendenza della solubilità dalla temperatura

Elementi salienti dell'approccio metodologico

- Si parte **dall'osservazione** di sostanze che gli studenti conoscono
- Si chiede agli studenti di descrivere tali sostanze e, dopo triturazione, di provare a riconoscerle
- Si sottolinea l'importanza del riconoscimento delle polveri per motivi di sicurezza
- Si chiede agli studenti di pensare a metodi operativi per il riconoscimento
- Si chiede agli studenti di dare una prima interpretazione dei fenomeni osservati
- Si richiede **verbalizzazione scritta** individuale per fissare i concetti chiave e poi si catalogano le risposte, con l'aiuto degli studenti
- Segue **discussione collettiva** per arrivare a risposte condivise
- Si lavora sul lessico specialistico per arrivare a dare definizioni strutturalmente coerenti
- Le attività sperimentali sono finalizzate all'acquisizione dei concetti e non sono mai dimostrative
- La sequenza «*osservazione, descrizione con verbalizzazione individuale, conclusione condivisa*» rende gli studenti artefici del percorso di costruzione delle idee, mentre l'insegnante ha il ruolo di condurre gli studenti a cercare le risposte agli interrogativi che scaturiscono dalle esperienze effettuate.

Materiali e strumenti utilizzati

- ★ **Sostanze utilizzate:** sale da cucina (grosso, fine), zucchero (a velo, in zollette, in granelli), marmo (a pezzetti, in polvere), solfato di calcio, cacao solubile, curcuma, caffè di ginseng, bicarbonato di sodio, borotalco, sali di ferro, argilla, amido di mais, cannella, permanganato di potassio, aceto bianco, stagno in fili.
- ★ **Strumenti:** bilance digitali (sensibilità 0,01g), termoagitatori, stereomicroscopi, vetreria (becher, cilindri, vetrini da orologio, mortai con pestello), spatole, ancorette magnetiche, LIM, lavagna tradizionale
- ★ **Materiali prodotti:** quaderni degli studenti, post it, grafici



SCIUGLIERE:
sciogliere nell'acqua
SOLUZIONE
sciogliere sul fuoco
FONDERE

Sciogliere ad alto temperatura
da solido a liquido (FONDERE)
o sciogliere nell'acqua.

SCIUGLIERE: verbo
che rappresenta l'azione
di sciogliere, con vari
sostanze, in acqua o
acqua o fuoco, un
oggetto solido o
a semi-solido o
liquido. - LEONARDO

Ambienti di lavoro

- **Laboratorio di chimica:** per effettuare le esperienze
- **Aula:** per le fasi di discussione e di verbalizzazione
- **Casa:** gli studenti a casa hanno espletato la fase di rielaborazione personale e hanno effettuato alcune delle prove previste dal percorso e alcuni approfondimenti che si sono resi necessari in base agli spunti forniti in classe



Tempo impiegato

- Per la messa a punto: il gruppo LSS ha cominciato a lavorare al progetto nello scorso anno scolastico, prendendo spunto da un percorso della scuola primaria, sperimentato già da alcuni docenti.
- Quest'anno il gruppo LSS si è riunito 2 volte (per 4 ore) prima di dare l'avvio alla sperimentazione in classe
- Per la progettazione e la revisione con INDIRE: circa 10 ore
- Durata del percorso per classe: 14 ore circa.
- Per la documentazione: 30 ore

Descrizione del percorso didattico

Fase 1 - Riconoscimento di polveri ad occhio nudo e, dopo triturazione, con lo stereomicroscopio

Obiettivi:

- Guidare i ragazzi all'osservazione e alla descrizione del fenomeno.
- Introdurre la sequenza 'osservazione - verbalizzazione individuale - conclusione condivisa' che caratterizzerà tutto il percorso.

Attività 1

- Agli studenti, suddivisi in gruppi di 4/5 ragazzi, viene consegnata una piccola quantità di zucchero, sale, marmo in tutte le loro varietà e si chiede di osservare i materiali ad occhio nudo, con una lente di ingrandimento e allo stereomicroscopio.
- Le sostanze risultano facilmente distinguibili sia con la lente che a occhio nudo.



La consegna è semplicemente di osservare e descrivere, si tratta di due passaggi fondamentali nell'apprendimento delle scienze che sono tutt'altro che banali perché i ragazzi faticano a trovare termini adeguati per la verbalizzazione e cercano di spiegare quello che vedono piuttosto che descriverlo.

I ragazzi vengono lasciati liberi di organizzare i gruppi di lavoro e hanno provato a dare descrizioni più o meno accurate ma spesso hanno utilizzato un linguaggio poco rigoroso e soprattutto hanno usato in maniera casuale termini chimici come elemento, composto, sostanza.

L'interazione della luce con le sostanze assume un ruolo fondamentale nelle risposte ma la descrizione è spesso effettuata in modo confuso: i termini opaco, trasparente, translucido riferiti ai granelli, sono mal codificati.

Descrizione del percorso didattico

Fase 1 - Riconoscimento di polveri ad occhio nudo e, dopo triturazione, con lo stereomicroscopio

Obiettivi:

- Verificare che i nostri sensi, sia pure amplificati dalla lente d'ingrandimento o dal microscopio non sono sufficienti per distinguere diverse sostanze, ma abbiamo bisogno di studiarne le proprietà.

Attività 2

- Le tre sostanze vengono macinate finemente col mortaio dall'insegnante di fronte agli studenti e poi distribuite nuovamente per l'osservazione. I ragazzi cercano di trovare delle corrispondenze tra polveri e le sostanze precedentemente identificate.
- A questo punto il riconoscimento delle tre polveri diventa molto più difficile o impossibile.
- Viene richiesto ai ragazzi, come consegna da svolgere a casa, di elencare tutte le polveri bianche che trovano.



Viene fatta la stessa richiesta della lezione precedente (osservazione a occhio nudo, con la lente, con lo stereomicroscopio), ma stavolta il compito non può essere eseguito con gli stessi mezzi e strumenti.

I ragazzi riflettono che le tre sostanze sono diventate quasi indistinguibili, quindi è necessario ricorrere ad una nuova strategia per trovare possibili soluzioni al problema del riconoscimento che risulta fondamentale per distinguere sostanze innocue e pericolose anche ad uso domestico.

Le polveri sono indistinguibili anche dalle altre di colore bianco utilizzate nella vita quotidiana: farina, talco, bicarbonato, lievito per dolci, veleno per formiche. Questo li convince che è importante non assaggiare sostanze sconosciute perché osservarle non ci dice di cosa si tratti e se sono pericolose.

Descrizione del percorso didattico

Fase 1 - Riconoscimento di polveri ad occhio nudo e, dopo triturazione, con lo stereomicroscopio

Nodi critici

Nelle attività di gruppo e corali, soprattutto nelle classi prime, si deve lavorare molto sull'organizzazione, sul rispetto dei tempi di ciascuno e sull'importanza di avere un atteggiamento maturo anche se ci saranno dei tempi morti in cui bisogna attendere il proprio turno per l'osservazione. Queste fasi sono importanti per creare un metodo di lavoro "laboratoriale" che gli studenti dovranno fare proprio; si insisterà molto sul fatto che nel lavoro di laboratorio è fondamentale l'affidabilità, la pazienza e il saper collaborare con altri.

Descrizione del percorso didattico

Fase 1 - Riconoscimento di polveri ad occhio nudo e, dopo triturazione, con lo stereomicroscopio

Obiettivi

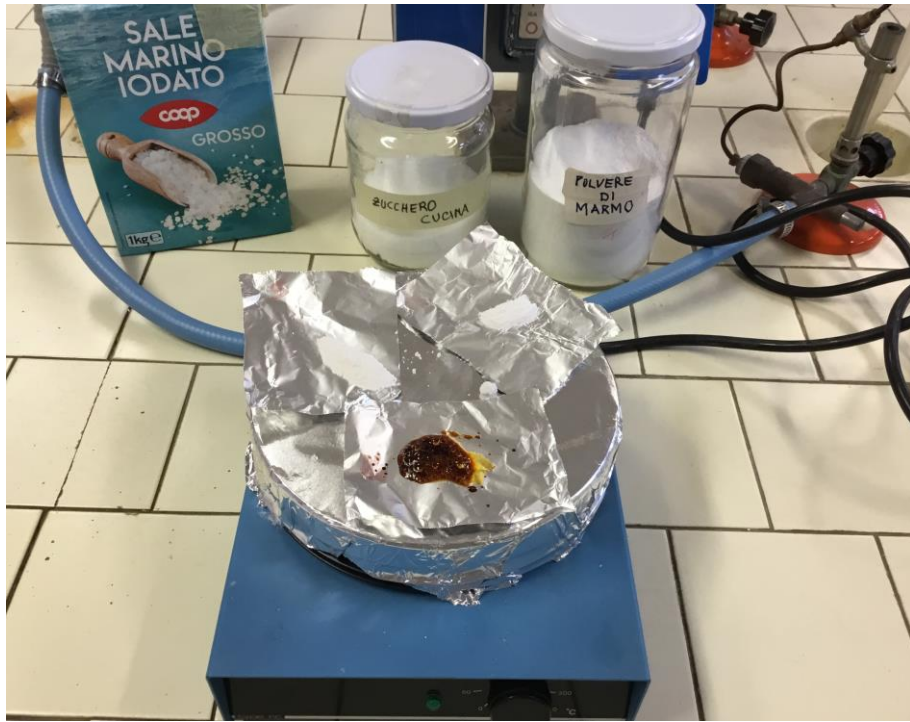
- L'obiettivo è quello di individuare i criteri di riconoscimento del sale, dello zucchero e del marmo anche qualora non siano distinguibili ad occhio nudo o con la lente.

Attività 3

- Si chiede ai ragazzi come fare a riconoscere le tre polveri macinate senza assaggiarle. Rapidamente i ragazzi arrivano a dedurre che riscaldare e mettere in acqua possono essere facili criteri per classificare le sostanze. Uno studente, propone di effettuare anche la prova con aceto perché ricorda di averla effettuata alle scuole medie.
- Vengono quindi eseguite prove di combustibilità, che permettono di riconoscere lo zucchero, di solubilità, che permettono di riconoscere la polvere di marmo e la prova con aceto che consente di riconoscere, ancora una volta, il marmo.
- Gli studenti, suddivisi in gruppi, effettuano le prove e poi i risultati vengono discussi e condivisi.

Risultati

- Gli studenti sono stati suddivisi in gruppi, ciascun gruppo ha effettuato una prova ed i risultati sono poi stati condivisi con la creazione di una tabella riassuntiva che è stata fatta alla lavagna.



Prova di combustibilità

Dal quaderno di Sofia:

Sale: non accade nulla

Marmo: non accade nulla

Zucchero: dopo pochi secondi diventa di colore scuro, di consistenza appiccicosa, nell'aria si è diffuso odore di zucchero filato.

Prova di solubilità in acqua

Dal quaderno di Sofia:

Sale (si scioglie): granelli scompaiono, acqua trasparente

Zucchero (si scioglie): granuli scompaiono, acqua trasparente

Marmo (non si scioglie): polvere non scompare e si deposita sul fondo, l'acqua risulta opaca.

Con questo metodo possiamo distinguere la polvere di marmo dalle altre due.



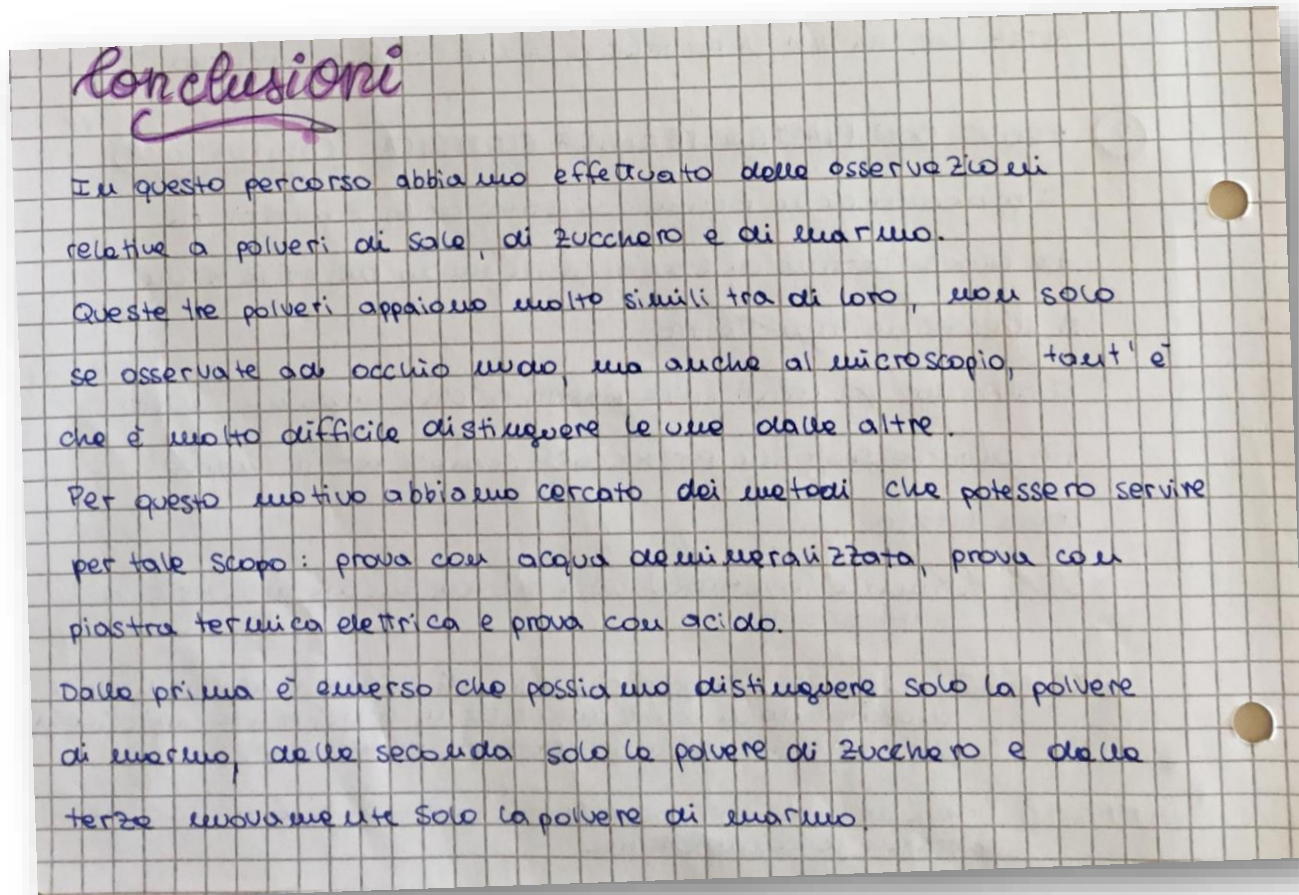
Prova di solubilità in aceto bianco

Dal quaderno di Sofia:

Sale: in parte si scioglie, i granuli sono distinguibili

Zucchero: in parte si scioglie, i granuli sono distinguibili

Marmo: appena viene messo a contatto con l'aceto inizia a fare bollicine.



Descrizione del percorso didattico

Fase 2 – Costruzione del concetto operativo di sostanza solubile

Obiettivi

- Costruire la prima definizione operativa.
- Far comprendere il rigore scientifico: i termini scientifici hanno un unico significato, i termini comuni possono avere molti significati

Attività 1

Dalle prove precedenti è emerso che il sale e lo zucchero si sciolgono nell'acqua ma anche che lo zucchero si scioglie sulla piastra diventando caramello (gli studenti conoscevano già il processo della caramellizzazione).

- L'insegnante chiede quindi agli studenti di rispondere per iscritto in modo individuale su post it alla domanda: **cosa significa sciogliersi?**
- L'insegnante raccoglie le risposte individuali e si avvia una discussione collettiva.

Risultati

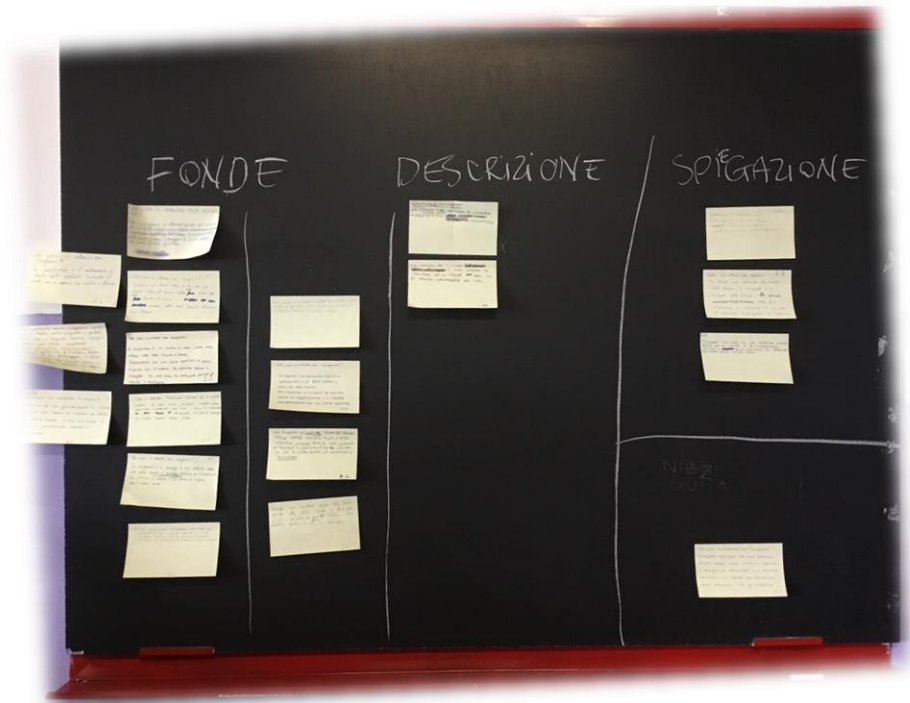
- Gli studenti hanno compreso l'importanza dell'utilizzo di un lessico specifico.
- Gli studenti sono in grado di distinguere tra sostanze solubili e non solubili basandosi sul concetto operativo costruito.

Descrizione del percorso didattico

Fase 2 – Costruzione del concetto operativo di sostanza solubile

Le risposte vengono classificate con l'aiuto degli studenti

- ✓ Risposte esplicative
- ✓ Risposte in cui si fa riferimento alla fusione
- ✓ Risposte descrittive
- ✓ Risposte non sviluppate adeguatamente



La maggior parte degli studenti fa riferimento al diventare liquido, alcuni fanno riferimento alla solubilizzazione, alcune risposte sono descrittive, altre tentano di dare una interpretazione del fenomeno.

Dal quaderno di Sofia:

Sciogliere significa mutare la forma di una sostanza diventando parte di un'altra senza poterla più riconoscere. Ad esempio sciogliendo la polvere di sale o di zucchero nell'acqua, non riusciamo più a distinguere i granelli di cui è costituita.

Dal quaderno di Martina:

Secondo me sciogliersi vuol dire passare dallo stato solido a quello liquido o semiliquido.

Dal quaderno di Margherita:

Secondo me una sostanza si scioglie quando diventa liquida oppure quando si mischia con un'altra sostanza.

Dal quaderno di Gioele:

Sciogliersi significa o diventare una sostanza semiliquida o entrare a far parte di un altro liquido.

Dal quaderno di Francesco:

Sciogliersi vuol dire rimpicciolirsi gradualmente fino a svanire.

Dalla discussione emerge la difficoltà di utilizzare un termine generico «sciogliere» per definire fenomeni diversi. Alcuni studenti propongono di usare il termine «di-sciogliere» per indicare lo sciogliersi del sale all'interno dell'acqua.

Appare subito chiaro che il termine «sciogliere» non ha rigore scientifico perché è ambiguo e va sostituito con termini che siano univoci.

Uno studente propone di utilizzare il termine «fondere» per lo zucchero che è diventato caramello.

Si concorda sull'utilizzo del termine «fondere» relativamente al fenomeno del diventare liquido in seguito a riscaldamento e del termine «solubilizzare» in riferimento allo sciogliersi di una sostanza in acqua.

A questo punto ci si pone il problema di definire, sulla base delle esperienze effettuate con il sale, lo zucchero e il marmo quando vengono posti in acqua, cosa si intende con il termine «solubilizzare».

Emerge il concetto di «limpido», che alcuni definiscono «pulito», senza residui, altri fanno riferimento alla trasparenza dell'acqua che «è rimasta invariata dopo l'aggiunta del sale» ed è incolore.

Gli studenti confondono i termini limpido, trasparente e incolore. Qualcuno fa riferimento al comportamento in relazione alla luce ma le idee sono confuse.

Si chiede quindi a qualche studente di fare una ricerca sul dizionario e riportare alla classe le definizioni trovate.

La definizione operativa che emerge al termine della discussione e che viene condivisa è la seguente:

«il sale e lo zucchero si solubilizzano in acqua se, dopo essere stati mescolati con essa, non sono più visibili, spariscono e la miscelanza rimane limpida e trasparente».

Appare quindi subito evidente che il marmo non si è solubilizzato nell'acqua perché la miscela è torbida.

Descrizione del percorso didattico

Fase 2 – Costruzione del concetto operativo di sostanza solubile

Obiettivi

- Generalizzare la definizione di sostanza solubile
- Verificare che le soluzioni possono essere trasparenti e colorate
- Comprendere che quindi la proprietà che ci permette di individuare una sostanza solubile è se la soluzione è trasparente o opalescente

Attività 2

- A questo punto si cerca di generalizzare la definizione precedente usando polveri di diverse sostanze denominate coi loro nomi comuni (oltre al sale, allo zucchero e al marmo, anche solfato di rame, sabbia, farina, cacao...).



Gli studenti sono divisi in quattro gruppi ognuno dei quali sperimenta tre sostanze.

Ciascun gruppo dispone di :

- ✓ spruzzetta con acqua
- ✓ becher da 100 mL
- ✓ cilindro graduato da 50 mL
- ✓ sostanza da esaminare
- ✓ spatolina

La domanda chiave è:

il materiale che ho mescolato con l'acqua è solubile o no?

- I ragazzi devono motivare la risposta e riportarla in una tabella.
- Emerge il fatto che la soluzione può essere trasparente e colorata.

Risultati

Le miscele contenenti il cacao e quella del caffè di ginseng aprono la discussione più accesa. Il cacao solubile per gli studenti è per definizione "solubile" e quindi, mentre alcuni dall'osservazione deducono che in realtà non lo è, altri continuano ad affermare che, visto che l'acqua si è colorata, il cacao è solubile o, per alcuni, parzialmente solubile.

Il colore non ha destato particolari perplessità, per cui se la miscela è limpida, ma colorata, questo è comunque una prova della solubilità della sostanza, come succede con i sali di ferro cloruro, rame solfato, permanganato di potassio.

SOSTANZA	SI	SOLUBILE	NO	MOTIVAZIONE
1) CAFFÈ DI GINSENG			X	MESCOLANZA OPACA, TORBIDA
2) SOLFATO DI RAME	X			MESCOLANZA LIMPIDA, TRASP, COLORATA
3) CACAO SOLUBILE			X	OPACA CON RESIDUO SUL FONDO
4) SALI DI FERRO	X			MESCOLANZA TORBIDA, RESIDUO SUL FONDO
5) ARGILLA			X	LIMPIDA, TRASP.
6) AMIDO DI MAIS			X	TORBIDA, RESIDUO SUL FONDO
7) BICARBONATO SODIO	X			OPACA, RESIDUO FONDO
8) CURCUMA			X	LIMPIDA, TRASP, INCOLORE
9) PERMANGANATO DI POTASSIO	X			OPACA, RESIDUO FONDO, COLORATA
10) CANNELLA			X	TRASP, NO RESIDUO FONDO
11) ZUCCHERO	X			OPACA, RESIDUO FONDO

Descrizione del percorso didattico

Fase 3 – Il soluto conserva le sue caratteristiche

Obiettivi

L'obiettivo è la comprensione del fatto che le sostanze ci sono ancora anche se non si vedono e che è possibile recuperarle nella loro forma originaria. Nel caso di miscele colorate, il colore impartito alla miscela è dovuto alla permanenza nell'acqua, della sostanza.

Attività 1

L'attività consiste nel sollecitare, da parte degli studenti, la formulazione di ipotesi circa la sparizione delle sostanze solubili in acqua e di eventuali metodi per un loro recupero.

- Si pone la domanda:

«che fine hanno fatto le sostanze solubili in acqua che non si vedono più?»

- La risposta è individuale e su post-it.
- Si raccolgono le risposte e si raggruppano in due insiemi: quelle che fanno riferimento alla sparizione delle sostanze e quelle che fanno riferimento alla presenza “invisibile” all'interno della miscela.

«che fine hanno fatto le sostanze solubili in acqua che non si vedono più?»

Alcuni esempi di risposte

Gabriele: dal mio punto di vista le sostanze, o meglio, la composizione delle sostanze, è stata distrutta dall'acqua facendole a sua volta scomparire, ma sono sempre presenti.

Giulio: le sostanze si sono consumate con lo sfregarsi con le particelle dell'acqua diventando un tutt'uno con essa.

Lapo: le sostanze si sono integrate con l'acqua. Secondo me lo si capisce dal fatto che l'acqua in alcuni casi si è colorata.

Giosuè: le sostanze solide sono legate tra di loro all'interno e si tengono strette a formare una cosa sola e alcune di queste nell'acqua si sciolgono dividendosi fino a non vederle più, scompaiono.

Leonardo: si sono disciolte nell'acqua ma sono ancora presenti, l'acqua, infatti, in alcuni casi ha il colore di queste sostanze.

- A questo punto la domanda diventa: **«cosa faresti per verificare se le sostanze 'scomparse' ci sono ancora?»**
- La risposta è individuale su post it

Alcuni esempi di risposte:

Martina: guarderei la mescolanza al microscopio

Zoe: dovrei provare a scindere le due sostanze, facendo evaporare l'acqua

Leonardo: farei bollire l'acqua per vedere se il sale solubilizzato c'è ancora

Sofia: farei evaporare l'acqua in cui è stato solubilizzato il sale, questo rimane sul fondo, come nelle saline

Sophia: filtrerei la mescolanza

- Una studentessa ritiene che si possa utilizzare un filtro per separarle ma molti non sono d'accordo e bocchiano questa ipotesi facendo riferimento alla sabbia che si può separare con un filtro. Si procede alle prove (mediante ebollizione e con microscopio).
- Si procede al recupero tramite ebollizione: si forniscono piastre riscaldanti, becher, soluzioni al 10% di sale, zucchero, solfato di rame. Gli studenti vengono suddivisi in 3 gruppi: un gruppo effettua la prova con lo zucchero, un gruppo la effettua con il sale, un gruppo con il solfato di rame.
- Si procede all'osservazione tramite microscopio: gli studenti si alternano nell'osservazione. Uno studente propone di osservare anche l'acqua pura, come confronto.

Risultati

Le esperienze effettuate dai vari gruppi vengono condivise e i risultati riportati sui rispettivi diari di bordo.

Dal quaderno di Sofia:

«Per prima cosa abbiamo provato ad osservare con un microscopio, senza però ottenere alcun risultato, in quanto le sostanze non erano riconoscibili. Poi abbiamo messo sulle piastre riscaldanti le tre miscele: dopo pochi minuti la miscela di acqua e sale ha cominciato a bollire, l'acqua è evaporata e i granelli di sale sono rimasti sul fondo del becher. La miscela di acqua e solfato di rame, invece, bolliva poco ma alla fine è ritornata comunque alle origini. Infine nel caso della miscela di acqua e zucchero, una volta che l'acqua è evaporata, sono comparsi i granelli sul fondo del becher, tuttavia ci siamo accorti che se venivano tenuti più a lungo sulla piastra, diventavano caramello. Una volta recuperate le sostanze originali abbiamo di nuovo provato a solubilizzarle nell'acqua. In tutti e tre i casi si solubilizzavano di nuovo dando così luogo ad un ciclo continuo, anche se lo zucchero caramellato rendeva la nuova miscela di colore giallo.»

Descrizione del percorso didattico

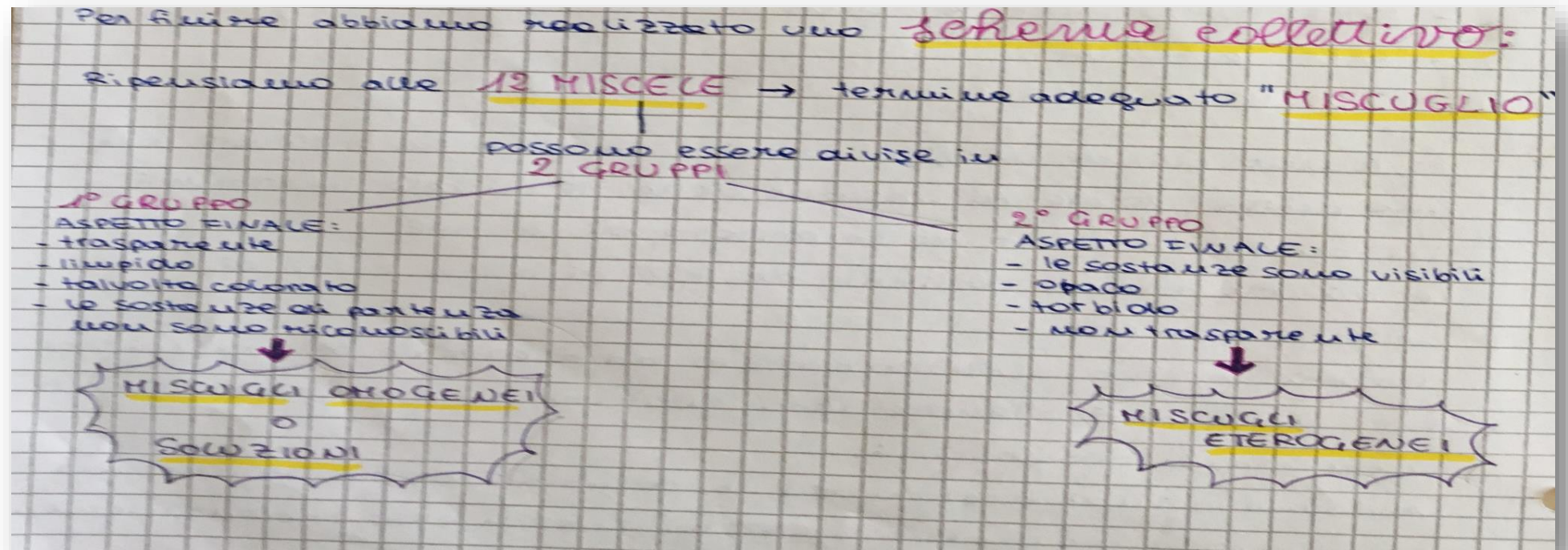
Fase 3 – Il soluto conserva le sue caratteristiche

Obiettivi

- Definizione di un lessico specifico sul concetto di soluzione e di miscugli eterogenei.
- Comprensione del concetto che una sostanza solubile non è visibile in acqua perché ridotta in particelle piccolissime.

Attività 2

- Riprendendo in esame le 12 miscele, si fa uno schema di classificazione sulla base della definizione operativa di soluzione e si introducono i termini del lessico specialistico relativo alle soluzioni: miscuglio omogeneo, eterogeneo, solvente, soluto.



Una volta constatata la presenza delle sostanze di partenza nelle miscele in cui vi è stata solubilizzazione, dopo ebollizione dell'acqua, si chiede agli studenti di rispondere individualmente alla domanda:

«che cosa è successo allo zucchero, al solfato di rame, al sale che non sono visibili nell'acqua demineralizzata, pur essendo ancora presenti dentro di essa?»

La risposta, ancora una volta, è individuale su post it

Alcuni esempi di risposte:

Sofia: secondo me i granelli delle varie sostanze sono passati dallo stato solido a quello liquido, solubilizzandosi per effetto dell'acqua. Le molecole di queste sostanze si sono unite a quelle dell'acqua.

Alberto: secondo me l'acqua li ha «corrosi» e quando essa evapora queste sostanze ritornano «riasssemblandosi»

Simone: le particelle di queste sostanze solubilizzandosi si sono unite a quelle dell'acqua passando da una fase solida ad una liquida come quella dell'acqua

Le risposte vengono lette e si avvia una discussione collettiva; la risposta che viene condivisa perché ritenuta da quasi tutti gli studenti più convincente, anche se avevano dato una risposta diversa, è quella di Leonardo:

«l'acqua disgrega le particelle delle sostanze, creando delle interazioni con esse e quindi le sostanze scompaiono, quando l'acqua evapora le interazioni si rompono e le particelle si riaggregano»

Risultati

- La successione «domanda, risposta individuale, discussione collettiva» più volte ripetuta in questa fase richiede un tempo piuttosto lungo ma serve per far riflettere gli studenti sul fatto che dare un'interpretazione dei fenomeni osservati è ben più complesso che descrivere il fenomeno e che spesso la condivisione delle risposte aiuta a trovare la spiegazione più convincente. Alcuni studenti in prima liceo hanno ancora molta difficoltà ad esprimere i concetti e questo è un utile strumento trasversale per acquisire proprietà di linguaggio.
- La discussione collettiva permette di arrivare alla formalizzazione condivisa del concetto “atomistico” di soluzione.
- In una delle due classi in cui si è sperimentato il percorso alla prima domanda « che fine hanno fatto le sostanze che non si vedono più» la risposta è stata in alcuni casi comprensiva anche della interpretazione atomistica per cui non è stato necessario formulare la seconda domanda «che cosa sarà successo alle sostanze solubilizzate che non sono più visibili ma sono ancora presenti nella miscela» ma si è proceduto direttamente con la discussione collettiva.

Descrizione del percorso didattico

Fase 4 – Costruire i concetti di trasformazione chimica e trasformazione fisica

Obiettivi

Ci si aspetta che i ragazzi facciano ipotesi su quello che è successo, che comprendano il significato di reversibile e che abbiano un primo approccio alla trasformazione chimica.

- Approfondire il significato di “sciogliere”: solubilizzazione, fusione, caramellizzazione.
- Introdurre i concetti di trasformazione fisica e chimica.

Attività 1

- Si riprende il significato del termine sciogliersi nel linguaggio comune ed in riferimento al “diventare liquido” si pone l’attenzione sul processo di fusione in paragone alla solubilizzazione
- Si analizza la fusione di altre sostanze diverse dallo zucchero come ghiaccio/acqua e lo stagno. Si colgono analogie e differenze, anche rispetto alla formazione del caramello che subisce una trasformazione non solo non reversibile, ma diversa rispetto alle altre (si realizza una trasformazione chimica).

Nodi critici

Evitare l’associazione non corretta tra trasformazione fisica e fenomeno reversibile, e trasformazione chimica e fenomeno irreversibile.

I ragazzi riscaldano sulle piastre qualche cubetto di ghiaccio e il filo di stagno per saldatura, che fondono, ma anche lo zucchero che, come hanno già osservato precedentemente, forma il caramello.

La domanda chiave della discussione collettiva al termine dell'osservazione è:

descrivi cosa è successo evidenziando somiglianze e differenze con la solubilizzazione osservata nelle esperienze precedenti.

Si pone l'attenzione sul fatto che durante la fusione del ghiaccio e dello stagno la natura delle sostanze non cambia. Invece, anche se il caramello deriva dallo zucchero, quando viene solubilizzato in acqua dà una soluzione con caratteristiche differenti. Questo implica che durante il processo di caramellizzazione cambi qualcosa nella natura della sostanza.

OSSERVAZIONE
Il ghiaccio e la lega si sono fusi
↓
ma sono rimasti sempre la stessa sostanza
e se li facciamo risolidificare rimangono
sempre la stessa sostanza e così
via all'infinito ↓ → TRASFORMAZIONE FISICA
FENOMENO REVERSIBILE

Se invece facciamo lo stesso esperimento
con lo zucchero notiamo che diventa
caramello ma se lo facciamo raffreddare non
torna come la folla in partenza.

↓
TRASFORMAZIONE CHIMICA (proprietà
della
materia)
→ IRREVERSIBILE

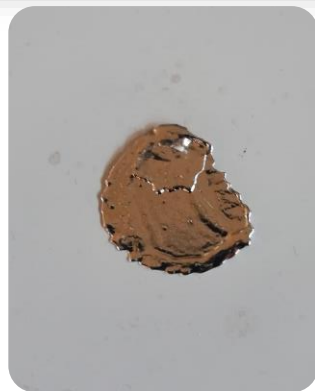
OSSERVAZIONI:

1) L'oggetto di stagno si fonde in pochi secondi, ma appena lo abbiamo tolto dalla piastrina è tornato allo stato solido.

2) I cubetti di ghiaccio si sciolgono rapidamente e si trasformano in acqua allo stato liquido.

3) La soluzione invece con il colore della piastrina si trasforma in un'omella e cambia anche colore (si scurisce).

Concludendo, nei primi due casi avviene una trasformazione FISICA e per questo possiamo affermare che lo stagno e il ghiaccio si sono FUSI.
Nel 3° caso invece la soluzione subisce una trasformazione CHIMICA ~~che~~ e per questo non possiamo parlare di FUSIONE.



Le trasformazioni FISICHE, quindi, riguardano lo stato di aggregazione della sostanza, ma lasciano inalterata la sua composizione.

Le trasformazioni CHIMICHE, invece, cambiano la composizione e anche la forma (es. colore) della sostanza coinvolta.

Gli studenti mettono subito a fuoco il fatto che il calore gioca un ruolo fondamentale per la fusione.

Emerge la domanda: «lo stagno, che era in fili e dopo la fusione diventa una piccola placchetta solida, può diventare di nuovo filiforme?» Uno studente risponde che bisogna fonderlo nuovamente e poi tirarlo.

Si introduce il termine fusione per indicare il diventare liquido con il calore.

Si chiede quindi di trovare le analogie e le differenze tra la fusione e la solubilizzazione.

Alcuni studenti identificano come analogia il fatto che le sostanze non cambino e come differenza il fatto che la fusione abbia bisogno di calore mentre la solubilizzazione ha bisogno di una seconda sostanza, il solvente.

La verbalizzazione individuale viene riportata direttamente sul quaderno, anche se la discussione è collettiva.

La lezione sulla fusione è stata registrata dai ricercatori dell'INDIRE ed è stata successivamente analizzata per individuare passaggi importanti per la costruzione delle conoscenze.

In particolare emergono dalla discussione condivisa spunti inattesi perché dopo aver chiarito il concetto di fusione con le osservazioni sullo stagno e e sul ghiaccio si aggiungono ulteriori riflessioni, come quelle sulla caramellizzazione dello zucchero che comunque contribuiscono a rafforzare i concetti acquisiti su trasformazioni fisiche e chimiche.

Si imposta la situazione problematica



Docente: *“Quali sono i termini con i quali noi vogliamo sostituire il termine sciogliere?”*

Studenti: *“Fondere ... Solubilizzare”*

Docente: *“Fondere e Solubilizzare. Su solubilizzare credo che non abbiamo più nessun dubbio, su fondere però possiamo fare ancora qualche riflessione. Di che cosa abbiamo osservato la fusione noi?”*

Ragazza: *“Dello zucchero”*

Docente: *“Ma è una fusione?”*

Si raccoglie una parte del dibattito



Docente: [Facendo riferimento alla fusione del filo di stagno] *“È come la fusione dello zucchero questa? Oppure... in che senso?”*

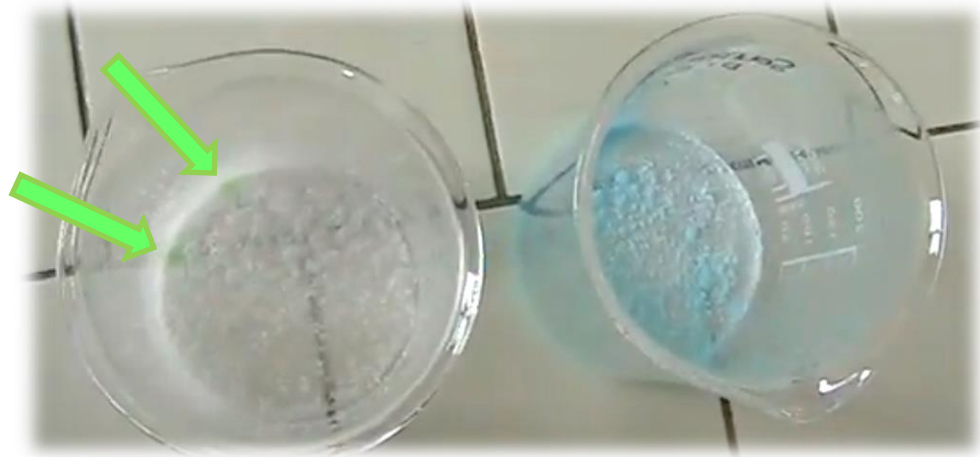
Pietro: *“Secondo me (lo zucchero) si brucia perché se si fondesse poi, una volta raffreddato diventerebbe zucchero invece rimane... cioè cambia proprio...”*

Docente: *“Chi è che è d'accordo con Pietro? Hai capito Marta che cosa ha detto? Lui dice «secondo me lo zucchero che noi abbiamo visto si brucia»”*

Marta: *“E quando si raffredda dovrebbe tornare zucchero”*

Un altro spunto inatteso, ma significativo per la costruzione del concetto di trasformazione chimica si era presentato durante le osservazioni fatte nella fase 3 durante la quale si dimostra che il soluto può essere recuperato facendo evaporare il solvente.

Infatti mettendo sulla stessa piastra una accanto all'altro i becher con la soluzione col sale e quella col solfato di rame, qualche schizzo di solfato di rame cade nel becher con acqua e sale.



Questa osservazione viene richiamata alla memoria dei ragazzi e ripresa a questo punto del percorso con l'obiettivo di chiarire cosa sono le trasformazioni chimiche:

il solfato di rame che viene in contatto con il sale (cloruro di sodio) forma una nuova sostanza di colore verde brillante (cloruro di rame) diversa da entrambe le sostanze di partenza.

Si è realizzata una trasformazione chimica.

Descrizione del percorso didattico

Fase 5 – La solubilità è un concetto relativo

Obiettivo

Verificare che sostanze solubili e insolubili non costituiscono due gruppi distinti ma si dispongono in un continuo che va da quelle più insolubili a quelle più solubili.

Attività 1

I ragazzi lavorano suddivisi in gruppi che conducono esperienze diverse; poi condividono i risultati ottenuti nella discussione successiva. Viene analizzata la solubilità di tre sostanze già incontrate precedentemente zucchero, sale e solfato di rame.

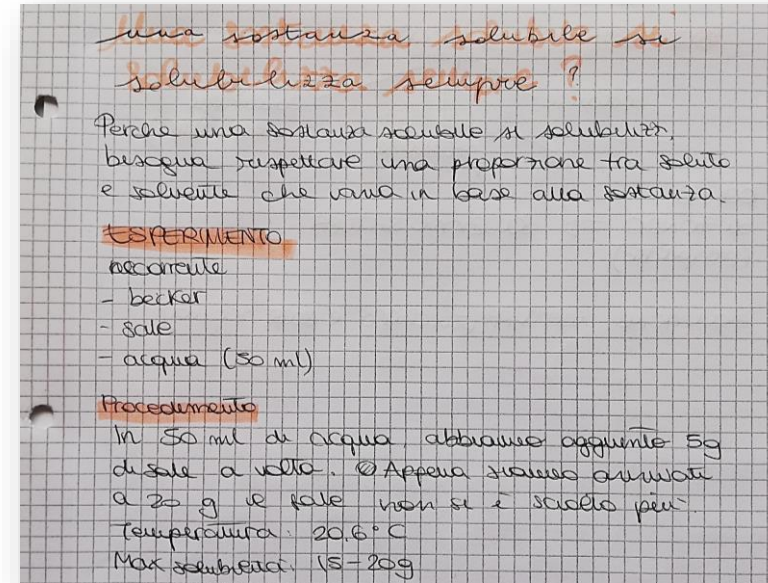
Nelle loro osservazioni i ragazzi notano che a temperatura ambiente lo zucchero ha solubilità maggiore del sale, mentre il solfato di rame ha solubilità intermedia.

Ciascun gruppo opera con una delle tre sostanze (sale, zucchero, solfato di rame) aggiungendo a 50 mL di acqua, posta all'interno di un becher posizionato su un termoaggitatore, 5 g per volta della sostanza in esame. Si registra anche la temperatura a cui si sta lavorando (temperatura ambiente che risulta essere di circa 20°C).

Dal momento che le tre sostanze hanno solubilità molto differenti, i gruppi osservano che il limite di solubilità viene raggiunto con quantità di soluto diverse. In particolare il gruppo che aggiunge lo zucchero non riesce a superare tale limite durante l'arco della lezione.

Nella discussione collettiva si sottolinea che la solubilità è una proprietà caratteristica di ciascuna sostanza e che quindi si ottiene una soluzione solo quando la quantità di soluto non supera un certo valore rispetto alla quantità del solvente.

Viene introdotto un nuovo termine del linguaggio specialistico, infatti quando il limite di solubilità viene superato si ottiene una soluzione satura.



L'attività è utile per la costruzione dei concetti ma è importante anche dare agli studenti la possibilità di imparare le corrette regole del "fare" laboratorio perché per la prima volta si introducono parametri quantitativi.

L'esperienza costituisce l'occasione per fare una riflessione sull'additività delle masse e dei volumi.

Descrizione del percorso didattico

Fase 5 – La solubilità è un concetto relativo

Obiettivo

Verificare che la solubilità non è un fenomeno tutto o nulla e, non soltanto varia da sostanza a sostanza, ma anche al cambiare delle condizioni nelle quali il processo si realizza, come accade aumentando la temperatura.

Attività 2

L'attività si collega con quella svolta nella lezione precedente che ha portato ad ottenere soluzioni sature di sale e solfato di rame. Anche in questa lezione i ragazzi lavorano suddivisi in gruppi e condividono i risultati. Viene analizzata la solubilità a 80°C.

I ragazzi sperimentano che mentre la temperatura ha un effetto trascurabile sulla solubilità del sale, permette invece di solubilizzare un quantitativo di solfato di rame molto maggiore.



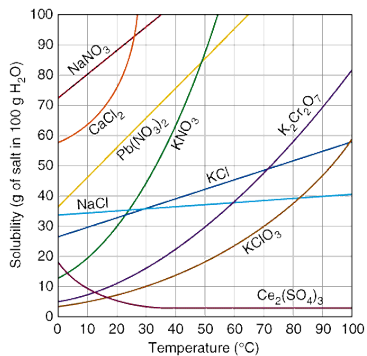
Si fa riferimento alle soluzioni sature di sale da cucina e solfato di rame e si domanda:

È possibile superare il limite di solubilità modificando le condizioni sperimentali?

Inizialmente qualcuno suggerisce di aggiungere altra acqua, ma rapidamente si fa strada l'idea che la solubilità può aumentare all'aumentare della temperatura.

Pertanto i ragazzi portano le soluzioni a 80°C, misurando la temperatura con il termometro, e analizzano nuovamente la solubilità limitandosi a sale e solfato di rame.

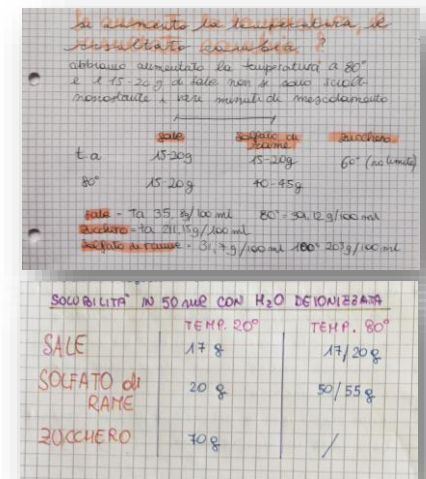
Questo permette di osservare che ciascuna sostanza ha un comportamento suo proprio, dal momento che l'incremento di temperatura permette di aumentare la solubilità del solfato di rame in modo significativo, ma lo stesso non accade col sale.



I dati ottenuti da singoli esperimenti dei gruppi vengono rielaborati in una discussione collettiva e vengono tabulati singolarmente sui quaderni.

Anche se ogni studente ha sperimentato una singola combinazione di soluto/temperatura, nella fase di discussione i risultati ottenuti diventano patrimonio di tutti.

Questa è l'occasione inoltre per discutere il grafico con l'andamento della solubilità in funzione della temperatura, anche di sostanze che non sono state utilizzate e generalizzare il concetto di solubilità.



Durante la discussione collettiva emerge quanto la curiosità dei ragazzi venga sollecitata dal modo di procedere utilizzato in quanto vengono sollevate costantemente nuove domande.

Ad esempio alcuni studenti si domandano come la presenza di soluto influenzi la temperatura di ebollizione dell'acqua; a questo aspetto verrà dedicato uno spazio di riflessione successivamente nel percorso che riguarda l'ebollizione.

Inoltre uno studente si chiede quale sia la salinità dell'acqua di mare, aprendo la possibilità di fare un collegamento tra i percorsi di chimica e quelli di scienze della terra sull'idrosfera.

Verifica degli apprendimenti

- **Test finale con quesiti a risposta aperta**
- **Controllo sistematico e valutazione dei quaderni**
- **Brevi domande orali**
- **Partecipazione e contributi significativi durante le attività didattiche**

La valutazione costituisce un aspetto critico su cui continuare a investigare.

La metodologia LSS consente di arrivare in tempi rapidi ad una conoscenza molto approfondita degli studenti; il modo di esprimersi, la capacità di osservare un fenomeno riuscendo a separare la descrizione dall'interpretazione dei fatti, la capacità di argomentare durante le discussioni collettive, la capacità di proporre strategie interessanti per arrivare a soluzioni condivise, il sapersi muovere in laboratorio, costituiscono elementi di valutazione preziosi; ciò che ancora ci risulta difficile è quantificare con un voto tutti questi aspetti che pure delineano mirabilmente il profilo delle competenze di uno studente.

Si è provato ad approntare una griglia di osservazione degli studenti durante le attività laboratoriali ma risulta difficile riuscire a compilarla in tempo reale perché i tempi sono così stretti che sembra uno spreco utilizzarli per un adempimento «burocratico» che non è funzionale al raggiungimento degli obiettivi relativi a quella attività.

In futuro ci si dovrebbe organizzare per sfruttare meglio le ore di compresenza anche per un'osservazione più dettagliata degli studenti nelle fasi laboratoriali.

Esempio di verifica finale del percorso

Durata della verifica : 1h Risposte brevi (da 1 a 3 righe)

1. Dare la definizione operativa del termine "soluzione"
2. Come mai una sostanza solubilizzata in acqua non è più visibile?
3. Qual è il minimo numero di sostanze che occorrono per formare una soluzione?
4. E' corretto affermare che una sostanza solubilizzata in acqua è diventata liquida?
5. Quale metodo useresti per distinguere due polveri apparentemente identiche:
zucchero e sale, marmo e sale
6. Dare una definizione del termine "solubilità"
7. Come si presenta una soluzione satura?
8. La solubilità è un concetto relativo o assoluto?
Da quali parametri viene influenzata?

Esempio di verifica finale del percorso

9. Quali analogie e quali differenze individui nel processo di solubilizzazione del sale in acqua e nel processo di fusione del ghiaccio?
10. Riferendoti agli esempi della domanda precedente, quale definizione useresti per classificare i due fenomeni sulla base delle loro analogie?
11. Quali analogie e quali differenze individui nel processo di fusione dello stagno e nel processo di caramellizzazione?
12. Riferendoti agli esempi della domanda precedente, quali definizioni useresti per classificare i due fenomeni sulla base delle loro differenze?
13. La solubilità di un soluto a 40°C è $40\text{g}/100\text{g}$ di acqua distillata.
Alla stessa temperatura prepariamo una soluzione con 50g dello stesso soluto in 200g di acqua distillata.
Cosa si ottiene? Argomenta

Ad ogni risposta è stato attribuito un punteggio pari ad 1 ad eccezione della domanda 8 e 13 che hanno un punteggio pari 2 perché sono più articolate

Risultati ottenuti

I risultati fanno riferimento a due classi di liceo matematico e considerano l'intero anno scolastico (in cui oltre al percorso appena descritto, si è proceduto con il percorso sull'ebollizione dell'acqua e sulla combustione).

In una delle due classi uno studente su 20 risulta insufficiente (ha riportato una insufficienza non grave dovuta anche al fatto che la partecipazione e l'impegno sono stati limitati).

Nell'altra classe uno studente su 21 risulta appena sufficiente (nelle verifiche orali, opportunamente guidato, è riuscito a orientarsi sui concetti fondamentali ma nelle verifiche scritte non ha dimostrato sufficiente autonomia nella rielaborazione dei contenuti).

Valutazione dell'efficacia del percorso didattico sperimentato in ordine alle aspettative e alle motivazioni del Gruppo di ricerca LSS.

Nella nostra esperienza, l'utilizzo della metodologia LSS ha favorito una maturazione e una crescita significativa su diversi fronti che riguardano la costruzione di un clima favorevole all'apprendimento:

l'attenzione e la concentrazione durante le lezioni, l'autonomia nella gestione delle attività di laboratorio, la capacità di rielaborare le esperienze effettuate e di trasferirle in altri contesti disciplinari, la capacità di negoziare e di arrivare a soluzioni condivise, l'attenzione al linguaggio.

Relativamente all'ultimo aspetto si evidenzia che non soltanto gli studenti hanno acquisito una terminologia appropriata riguardo all'argomento trattato, le soluzioni, ma hanno anche acquisito consapevolezza dell'importanza del lessico specifico; infatti spesso controllano non solo il modo con cui rispondono ma anche il modo con cui formulano le domande.

La principale criticità è che, utilizzando questo approccio, la costruzione delle conoscenze richiede tempi lunghi e questo impone delle scelte che possono sacrificare aspetti della disciplina ugualmente rilevanti.

In alcuni casi l'assenza di un manuale di riferimento disorienta i ragazzi più fragili; se da un lato la redazione di un diario di bordo è fondamentale e sviluppa competenze trasversali, dall'altro il livello di approfondimento dei contenuti nella scuola secondaria di secondo grado richiede una capacità di elaborazione che non tutti hanno ancora sviluppato.

Quindi si rende necessario un intervento da parte dell'insegnante con materiale aggiuntivo (dispense, supporti multimediali...). Inoltre si ritiene utile anche evidenziare alcuni passaggi del manuale che servano nella fase finale della riorganizzazione delle conoscenze acquisite sperimentalmente con l'obiettivo di promuovere processi metacognitivi.

Bibliografia

«Le soluzioni. Conoscenza di termini o conoscenza concettuale»

C. Andreini, A. Dallai, M. Falleri, C. Fiorentini, A. Greppi, A. Martinucci, R. Nencini, E. Scubla, S. Taccetti

«Leggere il mondo oltre le apparenze. Per una didattica dei concetti fondamentali della chimica»

C. Fiorentini, E. Aquilini, D. Colombi, A. Testoni

Armando, Roma 2018