

LE SOLUZIONI

Conoscenza di termini o conoscenza concettuale

PERCORSO DIDATTICO PER IL PRIMO CICLO

a cura di¹

***Anna Dallai, Monica Falleri, Carlo Fiorentini, Attilia Greppi,
Antonella Martinucci, Rossana Nencini, Elena Scubla, Sandra Taccetti***

Riflessioni preliminari

L'antitesi presente nel titolo va interpretata nell'accezione che la conoscenza di termini e di definizioni scientifiche sono importanti **solo** quando sono connessi alla comprensione dei concetti o della teoria. In questo caso, diventano addirittura determinanti, perché senza una chiara formulazione di essi non c'è neppure una effettiva identificazione e comprensione dei concetti.

Prendendo un esempio tra i tanti, il concetto di soluzione è considerato anche da molti insegnanti banale, in quanto quotidianamente ci si imbatte in fenomeni di questo tipo, o si utilizzano termini quali *solubile*, *sciogliersi*, ecc. Vi è indubbiamente confusione tra conoscenza concettuale e conoscenza di termini, tra conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune. La conoscenza di senso comune non va demonizzata, anzi deve costituire la base della conoscenza scientifica, in un processo di apprendimento caratterizzato sia da continuità che da discontinuità con il senso comune.

Il passaggio dall'una all'altra forma di conoscenza può, in questo caso, essere caratterizzata da 3 fasi.

La **prima fase** è quella della identificazione e definizione delle sostanze effettivamente solubili. Infatti non c'è coincidenza neppure nel riferimento empirico, perché generalmente vi sono alcune esperienze della vita quotidiana che acquistano un carattere talmente paradigmatico da cancellare la traccia di altre esperienze. Da una parte, le sostanze colorate solubili non sono considerate tali perché molti hanno ormai interiorizzato i casi del sale e dello zucchero in acqua come esempi paradigmatici delle sostanze solubili. D'altra parte, per altri, anche eventuali sostanze che rimangono sospese in acqua sono solubili. E' presente in questo caso un concetto di solubile più esteso che comprende anche le sostanze che producono sospensioni: è probabile che questa idea sia una generalizzazione empirica di esperienze con materiali della vita quotidiana, quali ad esempio, il cacao indicato come "*solubile*", e che solubile non è.

¹ Insegnanti del gruppo di ricerca e sperimentazione didattica del CIDI di Firenze

La **seconda fase** è quella della comprensione del tipo di interazione che si verifica. Della comprensione, cioè, della permanenza, al di là dell'apparenza, nelle soluzioni delle sostanze iniziali. Si realizza, in questo modo, la possibilità di iniziare a familiarizzarsi con il concetto di trasformazione fisica.

La **terza fase** è quella esplicativa: si può iniziare ad ipotizzare delle risposte di tipo atomistico alla domanda **"Che cosa è successo alla sostanza solida, che è presente, benché non sia più visibile, nella soluzione?"** Con risposte di tipo atomistico non intendiamo l'introduzione di una terminologia atomistica desunta dalle acquisizioni scientifiche di questo secolo, ma ipotesi di tipo particellare, corpuscolare, quali, ad esempio, le seguenti: "il sale, poiché non è più visibile, potrebbe essere presente nell'acqua sotto forma di particelle talmente piccole da non potere essere rilevate dalla vista", oppure "se l'acqua ha la capacità di disgregare i granelli di sale in granellini, sempre di sale, ma non più visibili, si può ipotizzare che questi ultimi ci siano anche nei solidi, che, cioè, i granelli di sale non siano che aggregati di moltissime particelle invisibili".

In conclusione l'effettuazione di esperimenti di solubilizzazione con sostanze usuali della vita quotidiana è imprescindibile, ma tutt'altro che sufficiente: il passaggio dal concetto di senso comune al concetto scientifico non sta negli esperimenti, ma nelle riflessioni sistematiche che possono essere effettuate a partire da essi.

Si potrebbe, tuttavia, obiettare, che esiste uno scarto significativo tra il concetto scientifico da noi proposto di sostanza solubile e quello presente nelle trattazioni chimico-fisiche attualmente accreditate, dove il problema viene affrontato, in modo formalizzato, da molteplici punti di vista.

Noi pensiamo che il concetto da noi proposto costituisca il primo livello di concettualizzazione, la base imprescindibile di un concetto che poi si potrà sviluppare in relazione alle esigenze di tipo specialistico dei vari ambiti scientifici. Stiamo adoperando il termine *concetto scientifico* nell'interpretazione vygotkiana di passaggio da una conoscenza di senso comune, casuale, preconettuale, ad una conoscenza di tipo riflessivo e sistematico. Lo utilizziamo, quindi in un'accezione pedagogico-didattica, dove l'attenzione è non ad una astratta correttezza scientifica rispetto alle teorie accreditate, ma è all'adeguatezza delle conoscenze scientifiche proposte, in una prospettiva evolucionistica, rispetto alle strutture cognitive e motivazionali del soggetto che apprende.

PROPRIETÀ MACROSCOPICHE E OPERATIVE DEI MATERIALI

Riconoscimento di tre polveri: sale, zucchero, polvere di marmo

Questa proposta fa "da ponte" fra la combustione e le soluzioni nel senso che recupera e utilizza alcune conoscenze apprese nel lavoro sulla COMBUSTIONE e predispone l'attività futura sulle soluzioni attraverso l'osservazione di alcune polveri e dei loro comportamenti.

Attrezzatura e materiale occorrente:

- 3 becher da 100 cm³ o da 250 cm³,
- 3 bacchette di vetro, spatola, piastra elettrica,
- 3 capsule di porcellana (o piccoli tegamini),
- mortaio e pestello,
- lenti di ingrandimento.
- zucchero cristallino in polvere e in zollette,
- sale grosso e fine,
- pezzi di marmo e polvere di marmo (carbonato di calcio).

1. Osservazione delle proprietà macroscopiche

a) Organizziamo la classe in gruppi di lavoro di 2 o 3 alunni ciascuno e consegniamo ad ogni gruppo una piccola quantità di zucchero, sale, marmo in tutte le loro varietà facilmente disponibili: lo zucchero, in zollette, in granelli e a velo, il sale, grosso e fine, il marmo, a pezzetti e in polvere. Diamo il seguente consiglio **"Non si assaggiano mai le polveri"**. Chiediamo agli alunni di osservare i materiali a occhio nudo e con la lente e di "descrivere" ciascuno di essi elencandone le proprietà. Nella descrizione delle proprietà ci si può limitare allo zucchero usuale, al sale fine e alla polvere di marmo. Verranno prodotte descrizioni del tipo:

- sale fine: bianco, trasparente, leggero, senza forma, a punta, ecc...

L'attività di osservazione e descrizione proposta permetterà agli alunni di capire che, nelle varietà considerate, le polveri sono facilmente distinguibili sia con la lente che ad occhio nudo.

b) Consegniamo ad ogni gruppo ancora una piccola quantità di zucchero, sale fine e polvere di marmo e chiediamo loro di macinare finemente le tre polveri con il mortaio e il pestello (se

non ci sono mortai sufficienti sarà l'insegnante a macinare chiedendo agli alunni di OSSERVARE). Chiediamo loro di provare a distinguere le tre polveri macinate finemente; il riconoscimento risulterà ora impossibile o comunque molto più difficile.

c) Stimoliamo gli alunni a pensare a tutte le polveri bianche che conoscono e che hanno in casa dando loro la seguente consegna: **"Elencate tutte le polveri bianche che avete in casa"**. Le produzioni individuali verranno confrontate con quelle dei compagni e si costruirà un unico elenco di polveri bianche, di uso quotidiano. Invitiamo i bambini a discutere insieme sulle caratteristiche delle polveri elencate, cercando di sottolineare che sono TUTTE bianche, sono TUTTE simili, si possono confondere e alcune sono pericolose. Questa riflessione collettiva da una motivazione concreta all'indicazione dell'insegnante di non assaggiare mai le polveri.

d) Poniamo agli alunni il seguente problema "Come fare a riconoscere le tre polveri macinate finemente se non possiamo assaggiare?" Stimoliamo poi una discussione collettiva; è possibile che qualche alunno facendo riferimento al lavoro svolto sulla COMBUSTIONE proponga di innescare o di riscaldare le tre polveri, oppure di aggiungere ad esse dell'acqua. Se gli alunni non faranno nessuna delle due proposte, allora sarà l'insegnante a indicarle.

2. Prove di combustibilità

Versiamo in tre capsule (o su un foglio di alluminio) separatamente una punta di spatola di zucchero, sale e polvere di marmo, poniamole contemporaneamente per 4-5 minuti su una piastra elettrica e chiediamo agli alunni di osservare il loro comportamento. E' facile in questo modo distinguere lo zucchero dalle altre due sostanze; infatti mentre non si osserva nessuna trasformazione con il sale e la polvere di marmo, lo zucchero prima diventa caramello, poi carbonizza e brucia, risultando essere un materiale combustibile.

Alcuni anni fa si chiedeva agli alunni non solo di osservare ma anche di descrivere individualmente il diverso comportamento delle tre polveri. Ciò che si otteneva era significativo. Abbiamo da un paio di anni deciso di non chiedere in questo caso la descrizione individuale, perché la riflessione sull'esperienza ci ha fatto capire che questa **fase fondamentale del processo di costruzione della conoscenza va utilizzata quando costituisce un passaggio necessario per la comprensione e la costruzione concettuale**. Il rischio è altrimenti sia quello di una dilatazione dei tempi immotivata dal punto di vista conoscitivo (le prove di combustibilità hanno soltanto lo scopo di riconoscere lo zucchero) che quello di potere fare cadere la motivazione, per troppa scrittura, negli studenti.

3. Prove di solubilità

Poniamo in tre becher da 100 cm³ una punta di spatola delle tre polveri, aggiungiamo poi una piccola quantità di acqua distillata e agitiamo con una bacchetta di vetro. Dopo aver agitato per qualche minuto chiediamo agli alunni di osservare il comportamento delle tre polveri con l'acqua e di scrivere individualmente se riconoscono le polveri (e non di descrivere tutto ciò che osservano per le stesse motivazioni dette a proposito delle prove di combustibilità).

Il confronto dei lavori individuali permetterà di sottolineare il diverso comportamento delle polveri: il sale e lo zucchero si sono sciolti; al contrario il marmo è visibile come corpo di fondo e/o l'acqua non è più limpida. Con queste prove di solubilità in acqua è facile riconoscere il marmo.

Dopo aver constatato il comportamento del sale, dello zucchero e della polvere di marmo al riscaldamento e con l'acqua, gli alunni sono ora in grado di distinguerli in qualsiasi forma vengano loro presentati

LE SOLUZIONI

PROPOSTA DIDATTICA PER LA CLASSE TERZA O QUARTA - SCUOLA PRIMARIA

Attrezzatura e materiale occorrente

- becher da 100 cm³
- bacchette di vetro
- spatola
- capsule
- fornello elettrico
- acqua distillata, sale, zucchero, solfato di rame, carbonato di calcio, sabbia, farina, cacao in polvere, ecc.

Il percorso delle soluzioni può essere effettuato sulla base della **Proposta A** che segue e che è stata progettata da alcuni anni e man mano meglio articolata. Si è dimostrata una proposta molto efficace. Sulla base di alcune sperimentazioni effettuate nell'anno scolastico 2013-14 presentiamo anche una **Proposta B** che dovrebbe risultare probabilmente più impegnativa ma anche più significativa.

Proposta A

1. Nel percorso 1² gli alunni sono stati in grado di constatare che il sale e lo zucchero si possono riconoscere facilmente perché, a differenza del marmo in polvere, si sciolgono in acqua (può darsi che qualche alunno abbia anche detto perché sono solubili in acqua).

Nel percorso 1 ci siamo limitati al riconoscimento percettivo perché l'obiettivo era l'individuazione di un criterio di riconoscimento del sale e dello zucchero dal marmo.

Ora ci proponiamo di realizzare un salto concettuale: vogliamo che gli alunni costruiscano il concetto operativo di sostanza solubile.

Iniziamo a chiedere loro, con una verbalizzazione scritta individuale, che cosa intendono con "sciogliere", "sciogliersi" in riferimento alle esperienze precedenti con il sale e lo zucchero. Se è necessario, ripetiamo ancora una volta l'esperimento precedente con sale, zucchero, marmo ed acqua distillata.

Anche grazie al confronto con gli altri alunni, dovrebbe essere possibile per tutti arrivare ad una definizione di questo tipo, nel caso del sale e dello zucchero: *il sale e lo zucchero si sciolgono in acqua perché, dopo essere stati mescolati con essa, non sono più visibili (oppure spariscono, ecc.) e la miscelazione rimane limpida*. La costruzione di questa definizione operativa costituisce il passaggio più impegnativo e più importante di tutto il percorso.

Impegnativo, perché nonostante la semplicità della definizione, una parte degli alunni non capisce neppure che cosa stiamo loro chiedendo e risponde che "sciogliersi" significa "sciogliersi".

Importante perché la costruzione del concetto di solubile sarà poi possibile generalizzando questa definizione.

A questa fase del percorso va dedicato un tempo molto disteso.

Può essere necessario approfondire il termine *limpido*. Può essere innanzitutto utile consultare un dizionario. È fondamentale che gli alunni comprendano che quando l'acqua non è limpida, ciò è dovuto a granellini di materiale, più o meno fini dispersi nell'acqua.

In alcuni casi, è visibile immediatamente la relazione tra non limpidezza e granellini dispersi, quando dopo poco tempo dal mescolamento il solido va al fondo (precipita) e l'acqua ritorna limpida. In altri la situazione è molto più ambigua. Può darsi che qualche alunno abbia utilizzato il termine solubile. In ogni caso, a questo punto, l'insegnante deve precisare che nella vita di ogni giorno si possono impiegare ambedue i termini, ma che il termine scientificamente corretto è *solubile*. I concetti li devono costruire gli alunni, ed una volta che siano compresi i termini scientificamente corretti (perché convenzionalmente utilizzati) non possono che essere proposti dall'insegnante.

² PROPRIETA' MACROSCOPICHE e operative dei materiali -Riconoscimento di tre polveri: sale, zucchero, polvere di marmo

2. Per arrivare al concetto operativo di *solubile*, occorre generalizzare la definizione precedente.

Effettuiamo esperimenti di solubilizzazione con altri materiali, quali ad esempio, sabbia, solfato di rame, farina, cacao in polvere. E' indispensabile che vi sia un materiale colorato solubile in acqua.

Effettuiamo un'operazione per volta, chiedendo agli alunni, con una verbalizzazione scritta individuale, se il materiale mescolato con l'acqua sia solubile oppure no, motivando la risposta.

Può essere utile l'utilizzo di una scheda per rendere più chiaro il lavoro.

Se il materiale risulta solubile, chiediamo agli alunni se la definizione ricavata con il sale e lo zucchero va ancora bene o deve essere in parte modificata.

Soprattutto per il solfato di rame ed il cacao, le ipotesi degli alunni potranno essere differenziate; è comunque necessario con tutti i materiali arrivare, grazie alla discussione collettiva, a risposte condivise.

Il punto di riferimento per decidere (per comprendere) se un materiale è solubile oppure no, è la definizione di solubile ricavata nel caso dello zucchero e del sale. Nel caso del solfato di rame, una parte degli alunni potrebbe affermare che non è solubile in acqua, perché dopo il mescolamento è ancora visibile il colore del solfato di rame. Ma probabilmente altri alunni diranno che è solubile perché la polvere non è più visibile e la mescolanza, benché colorata, è limpida.

Anche il cacao in polvere potrebbe costituire un problema, per l'abitudine di utilizzare il "cacao solubile" nella colazione mattutina. In questo caso, nella vita quotidiana si utilizza un termine scientifico in modo improprio, volendo intendere che il cacao semplicemente si mescola facilmente con l'acqua e che non riprecipita immediatamente, ma ciò non significa che il cacao sia solubile.

Gli alunni, grazie al concetto di *solubile*, costruito con sale e zucchero, sono così in grado, generalizzando il concetto, di distinguere i materiali solubili da quelli non solubili.

3. I concetti di solubile e insolubile sono assoluti o relativi?

Abbiamo constatato nella fase precedente, in cui ci interessava generalizzare il concetto di solubile, che vi sono sostanze solubili in acqua e sostanze non solubili. Probabilmente qualche alunno potrebbe avere chiesto se continuando ad aggiungerne lo zucchero (o le altre sostanze solubili) fosse sempre solubile oppure no. Se si effettuasse l'esperimento si constaterrebbe che

ad un certo punto, pur continuando ad agitare, una parte dello zucchero non si solubilizzerebbe (si dice che si è arrivati alla saturazione, o che la soluzione è satura).

Questo avverrebbe con tutte le sostanze solubili, ma si constaterrebbe che la quantità di sostanza necessaria per arrivare alla saturazione è specifica per ogni sostanza. Si potrebbe anche constatare che sostanze non solubili, lo potrebbero essere versando una piccola quantità di sostanza in un grande quantità di acqua. In conclusione si comprenderebbe che le sostanze solubili e non solubili non costituiscono due gruppi distinti, ma si dispongono in un continuo che va da quelle più insolubili a quelle più solubili.

4. La costruzione di definizioni operative è di grande importanza, ma in alcuni casi è necessario discuterle ulteriormente. Chiediamo agli alunni: **“Che fine hanno fatto la sostanze solide, quali il sale, lo zucchero, il solfato di rame, che non sono più visibile? Scrivete le vostre ipotesi”**.

Alcuni risponderanno che le sostanze, benché non siano più visibili, sono presenti nell’acqua, altri scriveranno che il sale, lo zucchero e il solfato di rame sono davvero spariti, lasciando eventualmente il proprio sapore o colore nell’acqua.

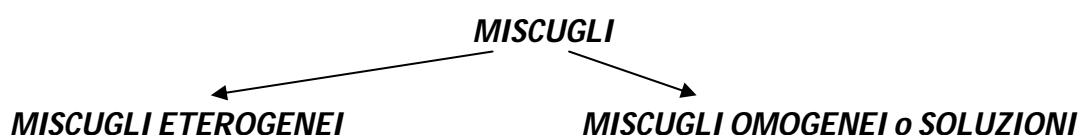
Dopo aver raccolto le ipotesi di tutti gli alunni, e averle messe a confronto, chiediamo loro collettivamente, se è possibile constatare la presenza delle sostanze in acqua.

Con molta probabilità verrà indicata da molti l’evaporazione o l’ebollizione; procediamo, quindi, ad effettuare la seguente esperienza:

- Versiamo 10-15 cm³ delle soluzioni in capsule e riscaldiamole contemporaneamente su un fornellino elettrico; tutti gli alunni potranno così constatare che si riottengono le sostanze iniziali.

Quando materiali come zucchero e sale vengono solubilizzati in acqua, all’apparenza l’acqua rimane inalterata, ma, come gli alunni hanno compreso in modo più consapevole con le riflessioni ed esperienze precedenti, in realtà l’acqua contiene, in modo non visibile, il sale o lo zucchero.

5. Si è formato un *miscuglio strano* di due materiali, acqua e materiale; questi miscugli per differenziarli da quelli i cui i due componenti sono ambedue visibili (come avviene nel caso dei materiali non solubili) si chiamano miscugli omogenei o soluzioni. I due componenti delle soluzioni si chiamano *soluto* e *solvente*.



Dopo che i bambini hanno compreso che il fenomeno della solubilizzazione, nonostante l'apparenza, è caratterizzato dal fatto che le sostanze non cambiano, è possibile introdurre il concetto di trasformazione fisica. Le soluzioni costituiscono un esempio di trasformazione fisica, in quanto si ha la conservazione delle sostanze iniziali.

Si possono confrontare le soluzioni con il fenomeno della combustione che rappresenta invece un esempio di trasformazione chimica.

6. I vari significati di "sciogliere" nel linguaggio usuale.

A questo punto del percorso chiediamo agli alunni di consultare dei dizionari per ricavare la definizione di "sciogliere". È possibile constatare un lungo elenco di significati, dallo sciogliere i nodi delle scarpe, allo sciogliere un enigma, al risolvere un problema, al fondere della neve e del ghiaccio. È semplice in questo caso far scoprire agli alunni una delle caratteristiche fondamentali del linguaggio scientifico. Mentre nel linguaggio usuale e letterario le parole hanno spesso molti significati, nel linguaggio scientifico, le parole hanno uno solo (o pochi) significati.

Dai dizionari emergono due significati scientifici di *sciogliere*, la solubilizzazione e la fusione. Il concetto di solubilizzazione è stato compreso in questo percorso. Il concetto di fusione lo consolideremo nella classe quinta, ma il fenomeno è stato già incontrato nella classe seconda nel percorso sui metalli dove si è osservato la fusione dello stagno.

Per consolidare ulteriormente la natura molto diversa **dei due fenomeni** chiediamo agli alunni di evidenziare differenze e somiglianze: in ambedue i casi si ottiene un materiale allo stato liquido, ma nel caso della **solubilizzazione** acquosa mescolando con l'acqua un'altra sostanza, e della **fusione** dello stagno riscaldando un unico materiale, lo stagno solido.

Acqua + Sale \longrightarrow Soluzione

+ calore

Stagno solido \longrightarrow Stagno liquido

7. Si può, infine, cercare di dare una spiegazione di ciò che è successo.

Chiediamo agli alunni, individualmente, di formulare delle ipotesi su che cosa è successo al materiale, che, benché non sia più visibile, è presente in acqua: **"Che cosa sarà successo, secondo voi, allo zucchero, al solfato di rame, al sale che non sono visibili nell'acqua demineralizzata, pur essendo ancora presenti dentro di essa?"**

Se le ipotesi prospettate non saranno sufficientemente adeguate e condivise, potrebbe essere utile il seguente esperimento: dopo aver messo in un becher 20-30 cm³ di acqua distillata ed un grano di sale grosso, chiediamo agli alunni di osservare più volte, dopo aver agitato, il contenuto del becher, fino a completa solubilizzazione del sale. Sarà più semplice ora, formulare l'ipotesi che l'acqua solubilizza il sale in quanto è capace di separarlo in particelle talmente piccole da non essere più visibili.

Quando una sostanza è solubilizzata non è più visibile perché è presente nel liquido sotto forma di particelle piccolissime. I ragazzi possono così formulare le prime ipotesi atomistiche. Quest'ultima fase dell'attività è indubbiamente quella più impegnativa, perché implica lo sviluppo di ragionamenti che vanno al di là dei dati percettivi. Sono, tuttavia, ipotesi alla loro portata, perché costituiscono estrapolazioni di primo livello rispetto ai dati percettivi.

8. Esempi di *soluzioni* nella vita quotidiana

E' importante anche alla fine di questo percorso chiedere agli alunni: **"Nella vita quotidiana dove si incontrano le soluzioni?"**

Raccogliamo in una scheda gli esempi più significativi a parere della classe.

Un esempio particolarmente importante è costituito dalle saline, dal modo in cui si ricava da tempi immemorabili il sale dall'acqua di mare.

Un altro filone di possibile approfondimento è quello storico: ad esempio l'importanza delle saline e del sale nella storia. Se possibile dal punto di vista logistico, è di grande significato la visita di saline.

Proposta B

Il percorso delle soluzioni potrebbe avere uno svolgimento in parte diverso per le modalità di effettuazione della discussione collettiva. Per molti anni abbiamo indicato una sola modalità di svolgimento della **discussione collettiva**, recentemente abbiamo indicato una seconda modalità³. Proponiamo ora una terza modalità, che può essere utilizzata in momenti particolarmente significativi di un percorso, nel caso in cui, ad esempio, la risposta degli alunni è breve, è costituita al massimo da 1-2 righe.

Questa modalità è stata sperimentata nell'anno scolastico 2013-2014 in alcune classi di Scarperia e Barberino del Mugello.

³ C. Fiorentini, La Valutazione delle competenze scientifiche in P. Ellerani, M. R. Zanchin, *Valutare per apprendere. Apprendere a valutare*, Trento, Erickson, 2013, pp. 223-251.

A Scarperia si è proceduto in questo modo quando, all'inizio delle attività dedicate alle soluzioni, si chiede agli alunni: **Che cosa significa "sciogliersi"**, mentre a Barberino quando si chiede al punto 4 del percorso: **"Dove saranno andati a finire il sale, lo zucchero e la polvere di marmo?"**

Innanzitutto raccogliamo tutte le risposte individuali degli alunni.

Iniziamo dalle risposte degli alunni di Scarperia.

Che cosa significa "sciogliersi"

- Una sostanza, si staccano piccoli pezzi e diventa liquida
- Che non si deposita sul fondo, ma occupa l'acqua in modo che non si veda (si espande) perché era una piccola quantità ma ci sono ancora.
- I minuscoli chicchi di zucchero e di sale piano piano vengono assorbiti dall'acqua e non si vedono più, l'acqua è limpida.
- Che non si vedono più cioè sono ancora lì ma non si vedono, o sennò alcuni chicchi sono sul fondo, l'acqua è limpida.
- Sciogliere vuol dire che è diventato liquido. Prima diventano piccoli chicchi, poi iniziano a diventare piccolissimi. Poi diventa liquido.
- Sciolto significa che non si vedono più. Le polveri non ci sono più.
- Sciogliersi vuol dire che lo zucchero e il sale vengono assorbiti dall'acqua, cioè si sciolgono e l'acqua rimane sempre limpida.
- L'acqua assorbe sale e zucchero piano piano e quindi non si vedono più, insomma da solidi diventano liquidi.
- Quando sale e zucchero non ci sono più quando sono diventati più piccoli i chicchi.
- Da una forma solida diventa in uno stato liquido.
- Vuol dire che qualcosa si è trasformato da solido a liquido
- Per me significa questo: che si scioglie che diventa un liquido che non è più quello che era primo.
- Sciogliersi significa che sparisce, per esempio l'acqua rimane limpida.
- Significa che dal sale e dallo zucchero si staccano tantissimi pezzettini microscopici che non si vedono più ad occhio nudo ma ci sono ancora
- Significa che una sostanza si divide in parti e poi si cosparge dappertutto
- Sciogliersi per me significa svanire.
- Sciogliere significa che una sostanza si divide in molte parti esempio il sale si scioglie in pezzi piccolissimi che neanche si vedono.
- Sciogliersi significa trasformarsi, in questo caso in liquido e si unisce all'acqua (come se fossero un solo materiale).

Complessivamente le risposte riguardano tutte le varie fasi del percorso delle soluzioni.

Se analizzandole siamo in grado di organizzarle in un modo proficuo allo sviluppo consapevole dei concetti, esse sono, a nostro parere, un'importante risorsa per lo sviluppo del percorso; altrimenti il rischio è quello di una discussione caotica, inconcludente perché troppo complesso è in questa fase iniziale l'insieme delle conoscenze prospettato dagli alunni. Le risposte sono generalmente significative anche se hanno caratteristiche molto diverse; possono essere classificate in quattro sottogruppi, quelle a carattere descrittivo, utili per ricavare la definizione, quelle di tipo esplicativo che propongono ipotesi relative al fenomeno della solubilizzazione, quelle che fanno riferimento al diventare liquido, ed infine quelle non

sviluppate. Alcune risposte si presentano in forma non pura, potrebbero essere collocate in più sottogruppi.

Prospettiamo una modalità di proseguimento del percorso.

Saranno gli insegnanti a raggruppare le risposte nei quattro sottogruppi e discutere con gli alunni i criteri di raggruppamento individuato e la pertinenza della collocazione delle risposte nei vari sottogruppi. Una discussione aperta su tutte le risposte, non ancora organizzate, ci sembra troppo impegnativa per gli alunni.

A questo punto proponiamo agli alunni di discutere le risposte di ogni sottogruppo al momento opportuno del percorso, iniziando a discutere quelle di tipo descrittivo. Anche in questo caso il percorso si svilupperà nelle stesse fasi della proposta A con la differenza che potremo partire nella discussione con le risposte che alcuni alunni hanno già prospettato nella fase iniziale. Nella sperimentazione degli anni passati le risposte di molti alunni all'ultima domanda del percorso, quella esplicativa, non risultavano soddisfacenti.

Ipotizziamo che l'utilizzo delle loro risposte iniziali faciliti la comprensione. Anche nella proposta A abbiamo aggiunto al punto 6, il confronto tra fusione e solubilizzazione, perché le risposte di alcuni alunni sembrano indicare un ostacolo epistemologico, che non avevano precedentemente individuato, quando si parla della solubilizzazione come "diventare liquido".

Ugualmente significative sono le risposte degli alunni di una classe di Barberino alla domanda del punto 4. Anche in questo caso si potrebbe procedere raggruppando le risposte in più sottogruppi e utilizzando le risposte di ciascun gruppo al momento opportuno.

Andrea – Forse si sono consumati nell'acqua. Forse l'acqua gli leva il colore sale, allo zucchero e al solfato e si mimetizzano nell'acqua. Oppure si sono spezzati in minuscoli granellini, talmente piccoli da non vedersi.

Ginevra – Secondo me le tre sostanze si sono mischiate con l'acqua e sono diventate acqua.

Lucrezia – Secondo me si sono mimetizzate nell'acqua mentre si mescolava,. Secondo me hanno preso lo stesso colore dell'acqua.

Emma – Secondo me le tre sostanze non sono più visibili, la maestra girava così forte con la bacchetta che sono diventate trasparenti.

Pasquale – Sono andate a finire insieme all'acqua, si sono assorbite all'acqua in modo da diventare parte di essa. Hanno trovato una sistemazione che non le rende più visibili. Hanno perso la visibilità.

Alice – Sono andate a finire con l'acqua, si sono sciolte piano piano.

Lorenzo – Il sale lo zucchero e il solfato di rame a contatto con l'acqua si consumano a tal punto da non vederli più (noi non li possiamo vedere, ma forse ci sono ancora).

Francesco L. 1) Il sale lo zucchero e il solfato di rame si sono mimetizzati. 2) Si sono trasformati in quella cosa che c'era.

Alessandro – 1) Forse si sono spezzati e rimpiccioliti fino a diventare inosservati sia ad occhio nudo, sia con la lente di ingrandimento. 2) Forse si sono consumati. 3) Forse mentre girava la bacchetta ogni piccolissimo pezzo

di sostanza solubile si è staccato e l'acqua lo ha assorbito (cioè è diventato acqua).

Carlotta – Secondo me non sono finiti da nessuna parte, sono rimasti lì, ma sono diventati trasparenti; non si vedono, ma ci sono.

Ines – Secondo me le sostanze si sono mescolate, si sono sciolte pian piano e sono diventate acqua.

Sara – Secondo me le tre sostanze si sono mischiate insieme all'acqua quando la maestra le ha girate con la bacchetta di vetro, infatti quando provi a bere l'acqua si sente il sapore delle sostanze.

Paola – Secondo me il sale, lo zucchero e il solfato di rame quando lasciano l'acqua limpida non spariscono, ma si mimetizzano, ci sono ma non si vedono. Diventano una parte dell'acqua. Piano piano si consumano fino a mescolarsi con l'acqua.

Sofia B. - Secondo me si sono uniti all'acqua, cioè si sono sciolti e sono diventati acqua.

Silvio - 1) Magari le sostanze possono essersi spezzettate in pezzetti minuscoli da non essere più visibili restando lì. 2) Magari le 3 sostanze possono essersi evaporate, perché le 3 sostanze possono essere salite in superficie e, poi si sono evaporate senza lasciare tracce. 3) Le 3 sostanze, magari, si sono disintegrate e non possono essere più visibili, cioè si sono distrutte e restano lì. 4) Le 3 sostanze possono essersi mimetizzate con l'acqua perché la forza della bacchetta le ha adattate all'ambiente circostante.

Francesco G. - Lo zucchero a granelli si è sciolto nell'acqua.

Sofia G. – Secondo me lo zucchero, il sale e il solfato non sono scomparsi, ci sono ancora, solamente sono così piccoli che sembra che non ci sono, ma in realtà ci sono ancora.

Neri – Può darsi che a forza di girare con la bacchetta siano diventati piccolissimi, più piccoli di prima e non si vedono più, però se senti il suo sapore un po' l'acqua sa della sostanza che si è solubilizzata (forse si sono mimetizzate con l'acqua).

Appendice

Sale e lo zucchero sostanze necessarie e problematiche per l'alimentazione

“In tutto il mondo il consumo medio giornaliero di sale pro capite si aggira tra i 9 e i 12 grammi, il range è compreso tra 6 e 20 e i livelli più alti si registrano in Asia.

Il cloruro di sodio però non nasce sulla tavola e deve essere estratto in natura. Il fatto è che in passato il problema per l'uomo non era eliminare il sodio, ma assumerne abbastanza, perché la maggior parte dei vegetali ne contiene pochissimo ...

Gli abitanti degli altipiani orientali della Nuova Guinea con cui ho avuto modo di lavorare, la cui dieta consisteva per il 90% di patate dolci a basso contenuto sodico, mi hanno raccontato quanto costava in termini di fatica procurarsi il sale fino a pochi decenni fa, prima cioè che i bianchi lo portassero in negozio. **Raccoglievano le foglie di particolari piante, le bruciavano, ne raccoglievano le ceneri, le bagnavano in acqua per sciogliere i residui solidi e infine facevano evaporare l'acqua per ottenere minime quantità di sale amaro [...]**

Con la nascita degli stati centralizzati, il sale divenne e ancora è un genere diffusissimo e prodotto su scala industriale a partire da essiccatoi per l'acqua salata, miniere e depositi di superficie. Oltre a impiegarlo come condimento, pare che circa 5000 anni fa i cinesi abbiano iniziato a usarlo come conservante invernale. Merluzzo e aringhe salate diventarono quindi capisaldi dell'alimentazione in Europa, e il sale si trasformò così nella merce preziosa più tassata al mondo. I soldati romani venivano pagati in sale – da cui il termine salario, che non ha dunque niente a che fare con la radice di << moneta >> o << denaro >> -, per il sale si sono combattute guerre e contro le tasse imposte sul sale sono scoppiate rivoluzioni ...

L'adozione di una dieta ad alto contenuto sodico ha conferito all'assunzione di sale il ruolo di fattore di rischio nella maggioranza delle malattie non trasmissibili moderne. Molti degli effetti nocivi sono mediati dal ruolo che il sale gioca nell'innalzamento della pressione sanguigna. L'ipertensione, come anche viene chiamata, figura tra i principali fattori di rischio delle malattie cardiovascolari in genere, nell'ictus, nell'insufficienza cardiaca, nelle coronopatie e soprattutto nei infarti del miocardio, nonché nel diabete di tipo 2 e nelle nefropatie ...

Le diete occidentali sono ricche di zuccheri e di carboidrati raffinati che stanno al diabete come il sale sta all'ipertensione. Intorno al 1700, negli Stati Uniti e in Inghilterra il consumo pro capite annuo di zucchero era di circa 2 chili, mentre oggi supera i 75. Di per sé il diabete non è contagioso né rapidamente fatale, ragion per cui non occupa le prime pagine dei giornali come magari fa l'AIDS; ciononostante l'epidemia mondiale di diabete falcia più dell'AIDS, aggredendo e riducendo lentamente la qualità della vita delle sue vittime. La causa remota di molti danni legati al diabete è proprio l'alta concentrazione di glucosio nel sangue che provoca un riversamento di questo zucchero nelle urine. Poiché tutte le cellule del nostro corpo vengono a contatto con lo zucchero per mezzo del sangue, il diabete può infatti colpire il sistema afferente a quasi tutti gli organi. Negli Stati Uniti rappresenta per esempio la principale causa di cecità negli adulti, la seconda causa non traumatica di amputazione di un piede, la causa di un terzo di insufficienza renale, uno dei maggiori fattori di rischio di infarto, ecc.

Quali sono i cambiamenti in grado di ridurre molti rischi per la maggioranza di noi lo sappiamo già: smettere di fumare, fare esercizio fisico regolare, limitare il consumo giornaliero di calorie, alcolici, sale e cibi salati, zucchero e bibite zuccherate, acidi grassi saturi e trans, cibi lavorati, burro, panna e carne rossa, e aumentare l'assunzione di fibre, frutta e verdura, calcio e carboidrati complessi⁴.

⁴ J. Diamond, *Il mondo fino a ieri. Cosa possiamo imparare dalle società tradizionali?*, Torino, Einaudi, 2013.