

LE SOLUZIONI **Conoscenza di termini o conoscenza concettuale**

Giulietta Cioncolini, Monica Falleri, Carlo Fiorentini, Attilia Greppi, Antonella Martinucci, Rossana Nencini, Elena Scubla, Sandra Taccetti, 2012

L'antitesi presente nel titolo va interpretata non nell'accezione che la conoscenza di termini e di definizioni scientifiche non siano importanti, ma nel senso che lo sono 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 del 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 il cacao solubile, indicate come solubili, pur non essendolo.

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 usali 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 vygotskiana 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.

1. 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) Organizzate la classe in gruppi di lavoro di 2 o 3 bambini ciascuno e consegnate ad ogni gruppo una piccola quantità di zucchero, sale, marmo in tutte le loro varietà facilmente disponibili: lo zucchero, in zollette e a granelli, il sale, grosso e fine, il marmo, a pezzetti e in polvere. Date il seguente consiglio “Non si assaggiano mai le polveri”. Chiedete ai bambini di osservare i materiali a occhio nudo e con la lente e di “descrivere” ciascuno di essi elencandone le proprietà. Verranno prodotte descrizioni del tipo:

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

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

b) Consegnate ad ogni gruppo ancora una piccola quantità di zucchero, sale e marmo e chiedete 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 ai bambini di OSSERVARE). Chiedete ancora ai bambini di provare a distinguere le tre polveri macinate finemente; il riconoscimento risulterà ora impossibile o comunque molto più difficile.

c) Stimolate i bambini a pensare a tutte le polveri bianche che conoscono e che hanno in casa e date 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. Invitate 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) Ponete ai ragazzi il seguente problema “Come fare a riconoscere le tre polveri macinate finemente se non possiamo assaggiare?” Stimolate poi una discussione collettiva; è possibile che qualche

bambino facendo riferimento al lavoro svolto sulla COMBUSTIONE proponga di innescare o di riscaldare le tre polveri, oppure di aggiungere ad esse dell'acqua Se i bambini non faranno nessuna delle due proposte, allora sarà l'insegnante a indicarle.

2. Prove di combustibilità

Versate nelle tre capsule separatamente 2-3 spatole di zucchero, sale e polvere di marmo, ponetele contemporaneamente per 4-5 minuti su una piastra elettrica e chiedete ai bambini 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.

3. Prove di solubilità

Ponete nei tre becher da 100 cc una punta di spatola delle tre polveri, aggiungete poi una piccola quantità di acqua distillata e agitate con una bacchetta di vetro. Dopo aver agitato per qualche minuto chiedete ai bambini di osservare il comportamento delle tre polveri con l'acqua e di scrivere individualmente se riconoscono le polveri . 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, i bambini sono ora in grado di distinguerli in qualsiasi forma vengano loro presentati

2. LE SOLUZIONI

Attrezzatura e materiale occorrente

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

1. Nell'esperimento precedente, i bambini sono stati in grado di constatare che il sale e lo zucchero si possono riconoscere facilmente dal marmo in polvere perché si sciolgono in acqua

(può darsi che qualche bambino abbia anche detto perché sono solubili in acqua).

Nell'esperimento precedente 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 i bambini costruiscano il concetto di sostanza solubile.

Iniziate 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, ripetete l'esperimento precedente con sale, zucchero, marmo ed acqua distillata. Anche grazie al confronto con gli altri alunni, dovrebbe essere facile per tutti i bambini 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.*

Può essere necessario approfondire il termine *limpido*. Può essere innanzitutto utile consultare un dizionario. È fondamentale che i bambini 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.

Può darsi che qualche bambino 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 i bambini, ed una volta che siano compresi, i termini scientificamente corretti (perché convenzionalmente utilizzati) non possono che essere proposti dall'insegnante.

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

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

Effettuate un esperimento per volta, chiedendo ai bambini, con una verbalizzazione scritta individuale, se il materiale mescolato con l'acqua sia solubile oppure no, motivando la risposta.

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

Soprattutto con il solfato di rame ed il cacao, le ipotesi dei bambini 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 dei bambini potrebbe affermare che non è solubile in acqua, perché dopo mescolamento è ancora visibile il colore del solfato di rame. Ma probabilmente altri bambini 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.

I bambini, 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 bambino 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 quello più insolubili a quelle più solubili.

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

A questo punto del percorso chiediamo ai bambini di consultare dei dizionari per ricavare la definizione di "sciogliere". È possibile constatare un lungo elenco di significati.

È semplice in questo caso far scoprire ai bambini 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.

5. La costruzione di definizioni operative è di grande importanza, ma in alcuni casi è necessario discuterle ulteriormente. Chiedete individualmente ai bambini che fine ha fatto la sostanza solida che non è più visibile. La richiesta potrebbe essere così formulata: "Dove saranno andati a finire lo zucchero, il sale e il solfato di rame? Scrivete le vostre ipotesi".

Alcuni risponderanno che la sostanza, benché non sia più visibile, è presente nell'acqua, altri scriveranno che il sale, lo zucchero e il solfato di rame sono davvero spariti, lasciando soltanto il proprio sapore o colore nell'acqua..

Dopo aver raccolto le ipotesi di tutti i bambini, e averle messe a confronto, chiedete loro collettivamente, se è possibile constatare la presenza della sostanza in acqua.

Con molta probabilità verrà indicata da molti l'evaporazione o l'ebollizione; procedete, quindi, a proporre la seguente esperienza:

- Versate 10-15 cc delle soluzioni in capsule e riscaldatele contemporaneamente su un fornellino elettrico; tutti i bambini potranno così constatare che si riottengono le sostanze iniziali.

A seguito dell'esperienza date la seguente consegna individuale: "Spiegate che cosa avete scoperto". Si procederà poi al confronto delle produzioni individuali.

Quando materiali come zucchero e sale vengono solubilizzati in acqua, all'apparenza l'acqua rimane inalterata, ma, come i bambini 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. 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*.

MISCUGLI

MISCUGLI ETEROGENEI

MISCUGLI OMOGENEI o SOLUZIONI

6. 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.**

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

Chiedete ai bambini, 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 sono spariti nell’acqua demineralizzata, pur essendo ancora presenti dentro di essa?”

Se le ipotesi prospettate non sono sufficientemente adeguate e condivise, potrebbe essere utile il seguente esperimento: dopo aver messo in un becher 20-30 cc di acqua distillata ed un grano di sale grosso, chiedete ai bambini 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 scioglie 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.