

# CAPIRE UNA TRASFORMAZIONE

Donatella Merlo - Anna Maria Tron

Per affrontare il discorso sulle trasformazioni in classe occorre prima superare le concezioni parziali o errate degli insegnanti. Nel nostro caso, non è stato facile perché pensavamo di poter chiamare trasformazioni solo le “reazioni chimiche”.

Per superare questo ostacolo, abbiamo lasciato da parte la parola “trasformazioni” e abbiamo cominciato, nei nostri laboratori, a guardare i fenomeni in modo accurato e con curiosità, con gli occhi dei bambini, parlando semplicemente di “cambiamenti”. Abbiamo subito compreso che per spiegare i cambiamenti dovevamo risalire ogni volta alla struttura dei materiali. È stata una conquista riuscire a differenziare le trasformazioni che modificavano solo i legami tra molecole (evaporazioni, soluzioni) da quelle che implicavano cambiamenti nei legami tra gli atomi (effervescenze, cotture).

## *Che cosa guardare, come guardare*

Per far capire le trasformazioni ai nostri alunni, abbiamo cominciato a far rilevare i cambiamenti di proprietà nei materiali in seguito ad **azioni** diverse: frantumare, tagliare, grattugiare, schiacciare, tritare, assorbire, mescolare, scaldare, raffreddare, filtrare.

Si può centrare l'attenzione su **cosa succede dentro** il materiale durante il processo di trasformazione: cambia solo il modo di stare insieme delle particelle che lo compongono o cambia anche il loro modo di essere, la loro struttura interna? Per capire non basta fare una sola esperienza ma bisogna farne tante e metterle in relazione fra di loro, cogliere somiglianze e differenze. Solo dopo aver fatto molte esperienze è possibile passare alle prime **categorizzazioni**.

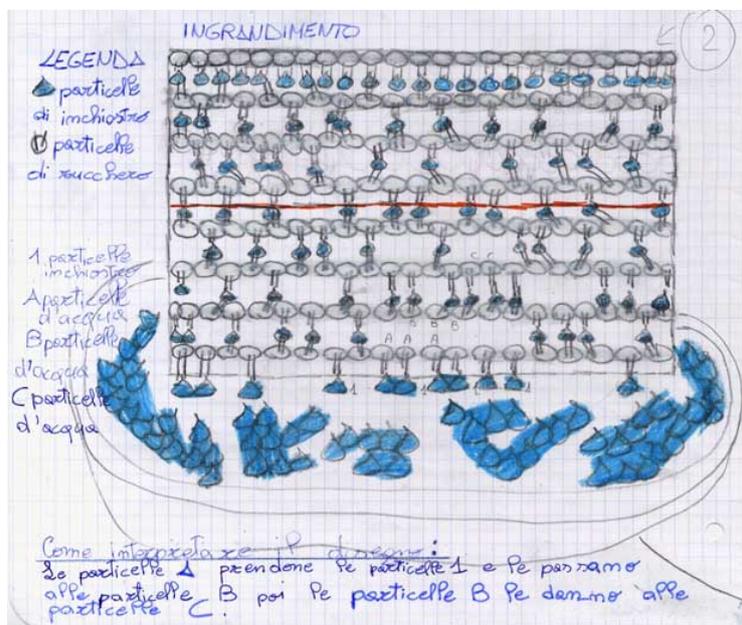


Figura 1- L'inchiostro sale nel muretto fatto con gli zuccherini: l'inchiostro è fatto di acqua e di particelle colorate, l'acqua serve a trasportare le particelle colorate. Lo zucchero fa da scaletta per l'arrampicata dell'acqua ma ad un certo punto il muretto cade: come mai? Quali legami vengono rotti? Lo zucchero come ben sappiamo si scioglie nell'acqua...

Possiamo anche cominciare a chiederci come mai la cera fonde, lo zucchero fonde, il ghiaccio fonde, invece il legno per quanto calore si somministri non fonderà mai. Questo ci obbliga a

domandarci perché mai o per che cosa la materia di cui è fatto il legno abbia una natura diversa da quella di zucchero, cera, ghiaccio, e forse le molecole che lo compongono vanno in fumo prima di staccarsi l'una dall'altra come quelle dell'acqua.

Ma ad una differenza di nome corrisponde sempre una differenza nel modo di essere? Perché quando le particelle dell'acqua se ne stanno ben agganciate l'una all'altra la chiamiamo “ghiaccio” e quando invece le sue particelle se ne vanno libere, mescolandosi con quelle dell'aria, la chiamiamo “vapore acqueo”? È ancora acqua o non è più acqua? Che cosa è veramente cambiato? Il linguaggio sovente è di intralcio anziché di aiuto.

Le trasformazioni ci obbligano sempre a parlare di particelle e dei loro modi di stare insieme perché in qualche modo una trasformazione agisce sui legami esistenti. Con le frantumazioni, facendo forza per rompere i legami, è facile capire che si agisce contro altre **forze che tengono insieme**; in altri tipi di trasformazioni le forze in gioco diventano più misteriose perché riguardano legami tra particelle non facilmente immaginabili. Cosa succede alle particelle di aceto e bicarbonato quando si incontrano? Quali legami vengono rotti e quali si ricostruiscono? Quello che si ottiene alla fine, è ancora aceto e bicarbonato o si è formato qualcos'altro?

Per fare delle ipotesi plausibili su che cosa succede bisogna anche verificare le **condizioni** in cui avvengono le trasformazioni, guardare bene cosa c'è e cosa succede “intorno” ai materiali.

Spesso conviene mettere in gioco **variabili** come la temperatura e l'uso di alcuni strumenti può aiutare a quantificare meglio. Mescolando aceto e bicarbonato noi insegnanti siamo rimasti meravigliati dal fatto che la reazione avvenisse con una diminuzione di temperatura. Dal punto di vista energetico le trasformazioni non sono tutte uguali, alcune sottraggono calore altre ne producono.

Ma quali sono le esperienze più adatte a far ragionare i nostri alunni su questi problemi?

### ***Un repertorio di esperienze e un modo di lavorare***

Il progetto **Scienza In Rete**, che portiamo avanti da alcuni anni, ci ha consentito di mettere insieme un repertorio di esperienze significative che conducono, nel lungo periodo, all'idea di struttura dei materiali e di trasformazione. Gli alunni vengono sempre coinvolti in un “fare” che richiede di osservare e descrivere ciò che succede, cercare delle spiegazioni plausibili e mettere a confronto spiegazioni diverse. Sono quasi sempre esperienze prese dal quotidiano e proprio per questo caratterizzate da una certa complessità.

Le esperienze sono documentate con **disegni e testi scritti**, individuali o collettivi. Leggere e confrontare i testi degli alunni serve a verificare se ciò che scrivono coincide con ciò che pensano realmente, e se è coerente con ciò che hanno rappresentato con il disegno.

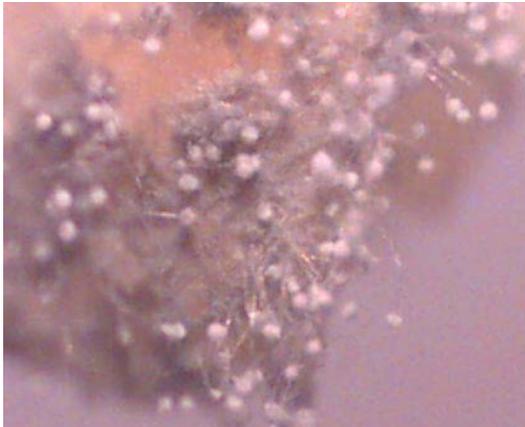


Figura 2: A sinistra la muffa al microscopio, a destra il disegno di un alunno che interpreta ciò che ha visto.

Perché disegni e testi siano significativi occorre trovare **buone domande** da porre. Ad esempio durante un'attività di frantumazione si può chiedere agli alunni com'è il materiale all'inizio, come si presenta durante e dopo la frantumazione, cosa rimane uguale a prima, cosa cambia e cosa compare di nuovo, cosa succede dentro il materiale ...

La **discussione** permette di far esplicitare i modelli di riferimento e fa quindi parte del metodo di lavoro. Solo in una situazione di interazione sociale le idee si chiariscono e si condividono. Confrontando le risposte che danno gli alunni si verifica che, anche in classi diverse, compaiono sempre gli stessi **modelli** interpretativi e si devono quindi affrontare ogni volta gli stessi ostacoli.

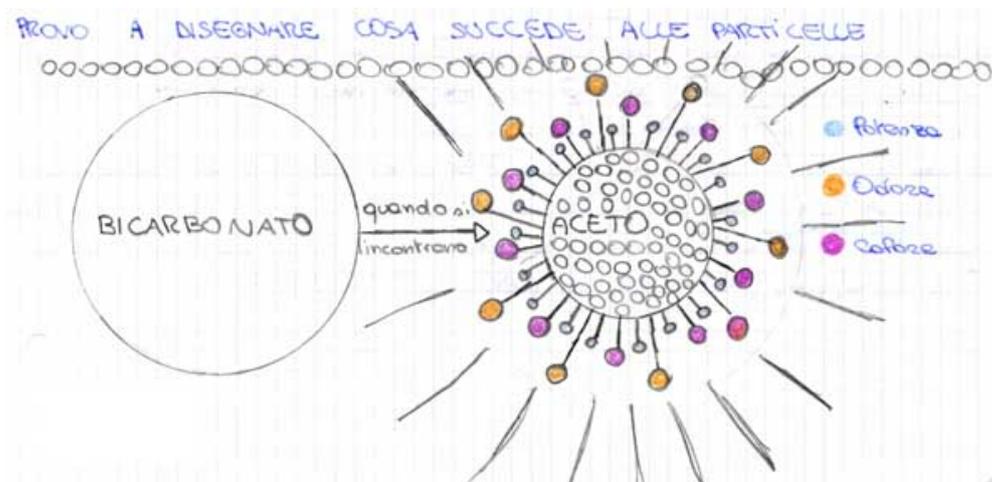


Figura 3: Cosa succede alle particelle di aceto e bicarbonato quando si incontrano? Colore, odore e potenza vengono rappresentate come particelle componenti l'aceto: questa è un'idea molto diffusa tra i bambini ... ma non solo.

I modelli condivisi in classe vengono rappresentati in varie forme: uno schema su un cartellone, un oggetto tridimensionale costruito con materiali di recupero, una drammatizzazione.

Lavorando in questo modo è facile perdere il filo: il **diario di bordo** in cui l'insegnante racconta ciò che succede in classe, serve a mantenere la rotta e a trovare il modo migliore per far evolvere le conoscenze degli allievi. Quando nascono dubbi e incertezze è però bene imparare a chiedere aiuto.

Per gli insegnanti del progetto è stato attivato un **forum di discussione** su Internet attraverso il quale gli esperti forniscono aiuti di tipo disciplinare o metodologico.

## Proposte di attività

### 1 - "Cristalli di sale"

Un'esperienza significativa sulle **trasformazioni fisiche** è la preparazione di una soluzione di acqua e sale per osservare nel tempo la formazione di cristalli.

Si fa scaldare dell'acqua e si aggiunge sale finché comincia a depositarsi sul fondo. In acqua calda il sale si scioglie più in fretta e se ne scioglie di più: confrontate facendo la stessa esperienza con acqua fredda.

I cristalli "nascono" ponendo la soluzione in un vasetto di vetro e immergendo un filo legato a un chiodino, poi bisogna con pazienza aspettare che il cristallo diventi visibile. Mentre i fatti avvengono gli alunni parlano e rappresentano con il disegno ciò che immaginano succedere alle strutture dei materiali quando avviene lo scioglimento. Ed ecco particelle di sale e particelle di acqua che si organizzano secondo schemi che giustificano con una spiegazione coerente nel micro ciò che viene percepito nel macro.

L'uso della lente e del microscopio servono a facilitare i salti di scala e abituanano gli alunni ad immaginare modelli coerenti nel passaggio da una scala all'altra.

Questa attività rafforza l'idea di struttura di un materiale. "L'acqua evapora invece il sale diventa più abbondante e mettendosi insieme chicco per chicco diventa un cubetto" dice Marco, usando il termine "chicco", attinto dal linguaggio naturale, per indicare molecole di sale. Con il suo repertorio di parole, ha formulato una spiegazione convincente.

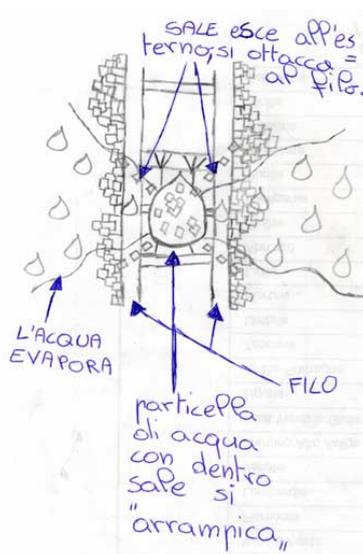


Figura 4: Una rappresentazione molto ingrandita di ciò che succede dentro il filo quando si formano i cristalli: le particelle-molecole di sale di forma cubica si accatano una sull'altra e formano i cristalli

Per veder crescere i cristalli si deve osservare giorno dopo giorno cosa succede. Dopo quattro giorni ecco i primi cristalli di sale e, con le prime reazioni di curiosità e stupore, gli alunni formulano spontaneamente molte ipotesi: è importante che ci sia qualcuno pronto a raccoglierle.

Più avanti, le soluzioni e le cristallizzazioni osservate con questo lavoro potranno servire per spiegare fenomeni che avvengono nel corpo: sostanze che si sciolgono in altre sostanze nello stomaco o nell'intestino, formazione di croste sulla pelle, di calcoli nei reni. Trovare analogie tra fenomeni osservati in contesti diversi aiuta i bambini a **generalizzare** e questa attività va quindi incoraggiata.

## 2 - "Ruggine"

Con l'esperienza della trasformazione del ferro in ruggine si entra nel mondo delle **trasformazioni chimiche**. Per queste trasformazioni, nella scuola elementare, è sufficiente far rilevare che i prodotti ottenuti sono materiali diversi da quelli di partenza. Mentre nelle cristallizzazioni il sale restava sale e l'acqua restava acqua, perché cambiava solo il modo di aggregarsi, ora le molecole di ferro e degli altri materiali coinvolti, si disfano e poi gli atomi si ricompongono dando origine ad un nuovo materiale, la ruggine.

Ogni trasformazione chimica avviene in condizioni particolari e, per "veder" succedere qualcosa, bisogna agire su queste condizioni: somministrare calore, aumentare l'umidità, mescolare materiali diversi. Ognuna di queste trasformazioni ha un suo modo di succedere a seconda dei materiali coinvolti.

L'esperienza sulla ruggine è cominciata versando alcuni cucchiaini di acqua su una paglietta di ferro. Già dopo poche ore sotto la paglietta si vedeva un filo di acqua marroncina e dopo alcuni giorni si era trasformata tutta in ruggine.

Gli alunni hanno rilevato man mano cosa cambiava (colore, consistenza) e cosa restava uguale (odore di ferro), poi hanno fatto ipotesi sulle cause del cambiamento:

- ha causato la ruggine il contatto troppo lungo tra l'acqua e delle sostanze del ferro.
- è anche l'acqua che l'ha mangiato
- il ferro si arrugginisce perché non ha certe proprietà, forze, che fanno da scudo riparandole dall'acqua.
- secondo me perché ha mescolato sempre le particelle dell'acqua con le particelle del ferro
- l'ha causato l'acqua... cioè, l'acqua con il ferro; l'acqua ha grattato via il colore delle particelle di ferro; sotto c'era la ruggine che era già fatta così, poi la ruggine si è sbriciolata ed è caduta giù.



Figura 5: Nel modello di V. le particelle di acqua sono già molecole composte di due materiali: l'ossigeno e .... l'elemento giallo, che viene collocato anche nell'aria, il ferro è una collana di particelle-atomi nere. Nel disegno la molecola di ruggine è rappresentata come un insieme di 5 particelle-atomi di ferro, 2 di elemento giallo, 1 di ossigeno.

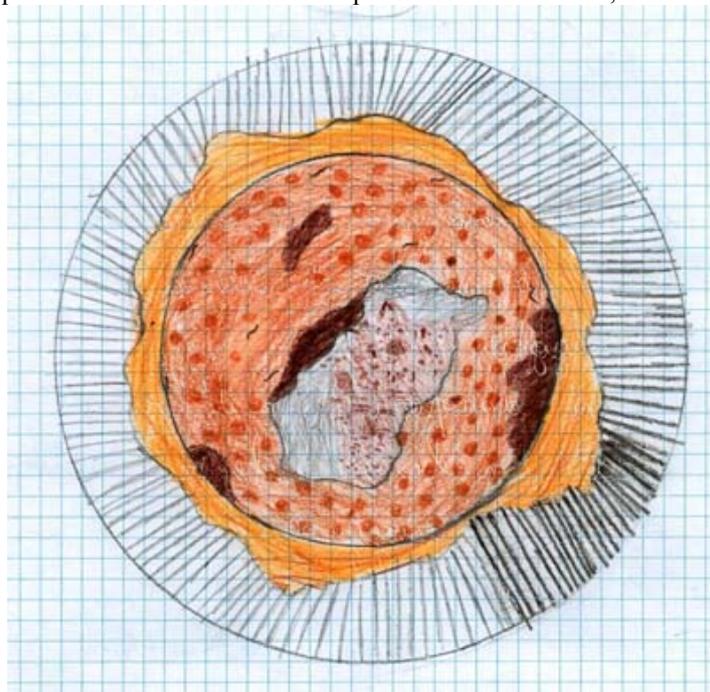


Figura 6 : Ruggine

Dalla discussione nascerà un modello condiviso, forse non completamente esatto ma molto vicino a ciò che succede veramente. L'abilità dell'insegnante consiste non nel suggerire la risposta ma nel far arrivare gli alunni a un modello logico e coerente al suo interno. Se hanno capito che le particelle di un materiale si possono scomporre e poi riaggregare in modi diversi per dare origine a nuovi materiali, un'attività con i mattoncini Lego può aiutarli a modellizzare la trasformazione chimica, ma questo passaggio dalla realtà al modello e viceversa, va affrontato con delicatezza e con svariate altre esperienze.

Sul forum si è approfondito il discorso: "...In presenza di ossigeno il ferro metallico Fe si trasforma in triossido di ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) che poi, a contatto con il vapor d'acqua atmosferico, forma il composto idrato comunemente conosciuto col nome di ruggine ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) n  $\text{H}_2\text{O}$ ..." (forum – intervento di M. Arcà")

Siamo passati dalle molecole agli atomi e per descrivere le trasformazioni le formule chimiche sono efficaci e, dopo tutto, comprensibili.

### 3 - "Lievitì"

Se una trasformazione avviene per opera di microrganismi, si tratta di una **trasformazione biologica**. La lievitazione della pasta per il pane e la formazione di muffe sono trasformazioni di questo tipo.

Mescolando farina, acqua e lievito di birra, bisogna guardare l'impasto che aumenta di volume, immaginare cosa succede al suo interno e cercare di spiegare come succede. Già durante la preparazione dell'impasto molti alunni hanno percepito odori che prima non si sentivano: "odore di vino... di birra... puzza di formaggio..". Dopo la lievitazione tutti hanno verificato la presenza di bollicine all'interno della pasta: sarà forse aria?

Ma alla domanda "da dove viene questa aria?" sono state date diverse risposte:

- l'aria che entra nella nostra pasta arriva dall'atmosfera...
- entra perché c'è un buco nella pasta.....
- la pasta del pane lievita perché entra l'aria dai suoi microscopici buchi. Poi con l'aria che l'impasto assorbe la pasta gonfia....
- quando la tocchi si sgonfia di un po' perché il calore scende giù ma poi quando la lasci in un posto caldo lei si gonfia di nuovo perché entra l'aria...".

C'è anche chi ha spiegato l'aumento di volume dell'impasto così:

- la pasta del pane è come un essere vivente perché i pezzettini del lievito si moltiplicano e fanno crescere la pasta del pane...
- le microparticelle che ci sono nella pasta del pane e nel lievito si gonfiano e crescono ingrandendosi...

Alcuni hanno intuito che nella trasformazione interviene il calore, altri hanno parlato di crescita, di volume che aumenta per la presenza di aria, di qualcuno che mangia, dell'odore particolare... Gli allievi dicono parti di verità e tutte le loro osservazioni vanno prese in considerazione; ma di fronte alle loro risposte a noi insegnanti sono sorti nuovi dubbi, e quindi abbiamo chiesto delle spiegazioni:

"... le cellule di lievito fanno come le cellule umane, con poche differenze: ciascuna si scinde in due, ed ogni cellula figlia si nutre, respira, produce CO<sub>2</sub> a spese dello zucchero trasformato via via in alcool. E' la CO<sub>2</sub> che forma le bollicine nella pasta, e per questo l'impasto aumenta di volume, le cellule continuano a dividersi, a respirare... e così via..." (forum – intervento di M. Arcà")

La risposta sul forum non ha fugato tutti i dubbi, abbiamo quindi dedicato ai lieviti ben due laboratori nel corso residenziale di quest'anno a Pracatinat.

Adesso riusciamo forse a raccontarci una storia più credibile di ciò che succede.

Le immagini sono tratte dalle attività svolte nelle classi del 1° circolo didattico di Pinerolo (TO):

Classe 3° A - Sc. Elem. V. Lauro - Ins. Tron Anna Maria

Classe 5° B - Sc. Elem. N. Costa - Ins. Meoni Elisa