

**Continuità tra scuola dell'obbligo e scuola superiore: metodologie di indagini in attività relative allo studio delle scienze naturali. Alcuni esempi per la chimica.**

Mi sembra interessante, tra le tante problematiche che possono essere affrontate in un dibattito relativo alla continuità dei processi di insegnamento/apprendimento tra i due ordini di scuola, quelle problematiche che sono in comune nell'educazione scientifica. Direi che è fondamentale porre al centro dell'educazione scientifica l'apprendimento, l'uso, la riflessione attorno al metodo scientifico.

Come è noto questo è l'aspetto fondamentale della programmazione delle scienze naturali (chimica e fisica comprese) nella scuola media (si vedano i programmi del 1979), così come sempre questo punto di vista è stato ripreso nella riscrittura dei programmi della scuola elementare, alcuni anni dopo.

Considerazioni aggiornate, dal punto di vista metodologico si possono trovare nell'ultimo documento: "Gruppo di lavoro - Aggregazione disciplinare scientifica - Documento conclusivo" (Coordinatori: V. Cogliati Dezza, R. Habel, C. Todaro. Moderatore: F. Rigola) che fa parte della relazione sintesi per la riforma dei cicli. La centralità di questo punto di vista comporta la necessità di articolare lo sviluppo delle conoscenze scientifiche attraverso la programmazione di adeguate esperienze di laboratorio, di processi meta cognitivi in cui le abilità di analisi siano prioritarie rispetto alla ripetitività delle nozioni.

Richiede, inoltre, di mettere in evidenza ciò che unisce le diverse scienze rispetto a ciò che le differenzia.

Nel passaggio alla scuola superiore in molte situazioni lo studente si trova di fronte ad una frammentazione delle scienze in percorsi che difficilmente possono integrarsi. Soprattutto nel biennio questa specializzazione non è, a mio parere, favorevole ad una omogenea distribuzione dei contenuti.

Resta sempre problematica la separazione delle scienze naturali dalla programmazione della fisica, in cui gli aspetti caratteristici della matematizzazione del metodo scientifico sono stati così importanti da influenzare lo sviluppo stesso, ad esempio, della chimica teorica e quindi della chimica dei processi biologici.

Mentre poter confrontare le caratteristiche algebriche della fisica classica con gli aspetti più probabilistici e statistici di alcune parti della biologia avrebbe forte impatto cognitivo.

Indipendentemente da queste considerazioni epistemologiche, mi pare importante che al centro di processi di continuità siano messi:

1. lo studio del metodo scientifico
2. l'integrazione delle scienze
3. la problematizzazione nel processo di apprendimento
4. la ciclicità e la reticolarità nei percorsi curricolari che tutti i punti precedenti contiene e percorre.

Nell'analisi del primo punto mi pare importante non dare per concluso un percorso abbozzato nella scuola dell'obbligo.

Le procedure richieste in indagini scientifiche sono proprie di ogni età: identificare problemi, osservare, misurare, classificare, ordinare, inferire, predire, formulare ipotesi, ricercare e scoprire significativi modelli, progettare e realizzare esperimenti, interpretare ed analizzare dati, verificare le conclusioni raggiunte.

In percorsi che abbiano queste abilità al centro della programmazione si possono ipotizzare alcuni comportamenti tipici dell'insegnante rispetto al problema di indagine presentato:

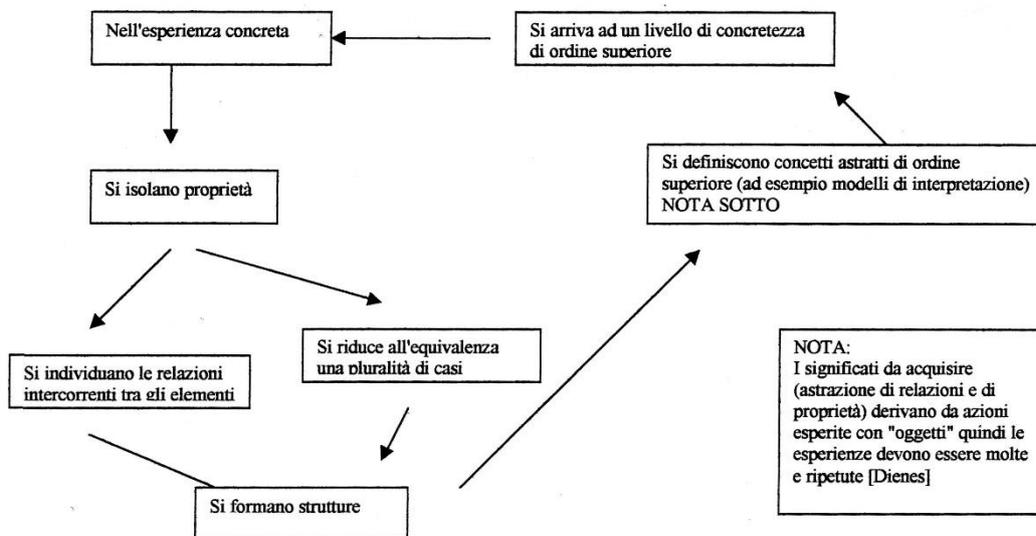
1. situazione interamente guidata, a piccoli passi, verso una conclusione predeterminata;
2. tre situazioni con inizio diverso, ma assistenza nella ricerca della soluzione:
  - 2.1. una situazione guidata nella formulazione e definizione del problema;
  - 2.2. una situazione dove ci sono alcune indicazioni;
  - 2.3. una situazione in cui non viene fornito alcun aiuto nella formulazione e definizione del problema.
3. Una situazione diversa sarà quella in cui nessun aiuto verrà fornito nella ricerca della soluzione, mentre, viceversa, vengono fornite indicazioni nella formulazione e definizione del problema.
4. Infine l'ultima situazione vede lo studente solo di fronte all'indagine.

Ognuna di queste situazioni è ciclicamente presente in ogni ordine di scuola e a mio parere non va trascurata la non adeguatezza dello studente di fronte alla situazione e al contenuto presentato soprattutto in quelle programmazioni volte ad una preparazione professionale tecnica in cui la conoscenza di una procedura non sempre può fare a meno di una corretta analisi e padronanza critica della situazione.

Oltre a queste considerazioni relative al metodo occorre specificare alcuni aspetti attorno alla problematizzazione nell'apprendimento. Infatti mentre l'insegnante ha presente l'intero percorso cognitivo che presenta ai suoi studenti, gli studenti non sempre sono in grado di cogliere il valore cognitivo del percorso presentato in quanto mancano spesso presupposti e preconcoscenze necessarie.

Se invece il percorso didattico viene agganciato ad un problema (non astratto) ma legato al concreto, di quella fase scolastica, si può mettere in moto un percorso che potrebbe risultare più motivante ma soprattutto più dominabile nei suoi aspetti logici dallo studente.

Infatti se si osserva questo schema:



Si può osservare la ciclicità di questo processo cognitivo (Bruner) che permette di svolgere esperienze dirette ad ogni livello di età e di padroneggiare concetti e competenze.

Proviamo a sviluppare un inizio di percorso di studio delle proprietà delle reazioni chimiche nella programmazione di una quarta liceo scientifico.

Già qui si presenta un problema di integrazione tra le varie scienze e la ciclicità dell'apprendimento.

Se la chimica si interessa alle trasformazioni della materia non vivente, organica o inorganica, o in generale delle trasformazioni delle sostanze, molte delle abilità, competenze, conoscenze proprie della chimica dovrebbero essere state, più o meno approfonditamente toccate negli anni precedenti (nelle programmazioni di seconda e terza relative alla biologia).

La situazione presentata quindi parte da un livello di concretezza dato dall'insieme delle pre conoscenze acquisite, quello che lo studente dovrà affrontare sarà una situazione "chimica" e quindi non necessariamente già isolata da un suo contesto naturale negli anni precedenti.

Tra i pre requisiti operativi necessari per le esperienze ci sono:

1. saper pesare
2. saper determinare volumi di liquidi (uso del cilindro, della pipetta graduata, stima dei volumi)
3. saper costruire soluzioni
4. saper determinare la concentrazione della soluzione (g/ml)
5. conoscere il comportamento in acqua di sali ionici (dissoluzione, recupero del sale per evaporazione del solvente, non alterazione del soluto)
6. saper riconoscere nel nome del sale i suoi componenti ionici
7. eventualmente saper usare tabelle apposite per risalire alla carica degli ioni.

Problema: cosa succede in soluzioni acquose se soluzioni contenenti sali diversi vengono a contatto?

Prima fase del problema: reazioni che daranno precipitati poco solubili (conclusione non nota allo studente).

Qui l'insegnante potrà decidere quale situazione problematica offrire allo studente (vedi considerazioni precedenti) guidando o meno nella ricerca delle soluzioni.

Apro una parentesi metodologica relativa ad alcune caratteristiche della chimica: l'interpretazione di ciò che avviene in una reazione chimica dipende da molti fattori, alcuni di tipo classificatorio (ad esempio la presenza dell'atomo X è verificato in quanto una serie di reazioni dà sempre il colore tale, ecc.); il carattere classificatorio dell'atomo X nelle varie classi di composti ecc. quindi è molto importante che lo studente possa confrontarsi con queste concretezze.

Non sempre le reazioni chimiche avvengono come si vorrebbe per la presenza di molecole disturbanti non previste nel modello interpretativo preso in considerazione, ecc.

Lo stesso sistema di Mendeleev è nato da una sistemazione classificatoria. a cui successivamente la chimica quantistica ha dato una interpretazione microscopica.

Quindi anche nell'esperienza presentata è importante esaminare molti casi:

1. diverse soluzioni con sali diversi
2. molte combinazioni di contatti esaminati.

Si potrebbero usare:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ .

Prima di tutto gli studenti dovranno classificare i casi osservati, in linea di massima dovrebbero essere:

1. NR (nessuna reazione apparente)
2. CC (cambiano i colori delle due reazioni osservate separatamente)
3. FP (si forma un ppt poco solubile)
4. SV (si sviluppa calore, senza altre modifiche apparenti)
5. Qualcos'altro?

Successivamente bisognerà trovare il modo di raccogliere in forma analitica i risultati (ad esempio uso di una tabella a doppia entrata). L'uso di una tabella permette di confrontare tra loro i casi ottenuti per cercare di individuare i fattori critici (come le coppie di ioni che portano a ppt poco solubili), c'è qualche ricorrenza di ioni? Ma una volta individuate le reazioni di scambio che portano alla formazione di ppt il problema chimicamente parlando si è esaurito?

O possiamo passare ad una fase successiva in cui si prendono in considerazione la dipendenza dalle concentrazioni reciproche? Questa fase sperimentale dovrebbe favorire una riflessione più attenta relativa a:

1. nella struttura iniziale di equazioni di bilanciamento ionico bisognerà distinguere tra ioni che precipitano e gli altri;
2. bisognerà quindi saper rappresentare la dissociazione del sale in soluzione;
3. e quindi saper evidenziare il fattore ionico o i fattori ionici critici per la formazione del ppt;
4. infine se non succede niente di visibile è proprio vero che non succede niente?

Questa distinzione tra due situazioni: una nella quale si vede succedere qualcosa e l'altra in cui non si vede succedere niente permette di passare alla seconda fase di problematizzazione attorno alla reazione chimica.

*"In una trasformazione chimica gli atomi si riordinano attraverso un processo di scissione e di ricostruzione di legami dando origine a sostanze la cui formula empirica è diversa da quella dei reagenti".*

Quali sono le variabili che possono influenzarla?

Ad esempio è possibile rallentarla o velocizzarla?<sup>i</sup>

Come si può capire già il passaggio dalla prima situazione problematica a questa richiede il passaggio da una fase concreta ad una di ordine superiore. Non basta vedere cosa succede (esistenza di una reazione chimica) ma si cerca di capirne i fattori di dipendenza.

Anche qui nell'analisi non si può prescindere da ciò che si usa (quali sostanze), da ciò che succede (osservazione, classificazione, ordinamento dei dati) per inferire se succede o non succede qualcosa.

In questi esperimenti, ancora non si usano quantità misurate, ma ci si basa su di una fenomenologia qualitativa.

- $\text{H}_2\text{SO}_4$  in acqua
- KOH in acqua (con uso di fenolftaleina)
- Uso di fenolftaleina in ambiente acido
- $\text{NH}_4\text{Cl}$  in acqua

- NaCOOCH<sub>3</sub> in acqua
- NaSO<sub>3</sub> in acqua con aggiunta di HCl
- FeSO<sub>4</sub> acidificato con gocciolamento di KMnO<sub>4</sub>
- CaCO<sub>3</sub>, aggiunto a cinque soluzioni diverse di HCl e di CH<sub>3</sub>COOH

Tutte queste situazioni hanno punti di osservazione interessanti su cui porre le domande relative a quali sono i fattori che intervengono quando succede qualcosa: assorbimento di calore, emissione di calore, dipendenza della velocità dalla temperatura, dalle concentrazioni reciproche. Gli sviluppi sperimentali successivi potrebbero dedicarsi al controllo energetico della reazione (calore di reazione)<sup>ii</sup>, al controllo delle concentrazioni dei reagenti (ricerca delle condizioni di equilibrio), controllo delle concentrazioni e della temperatura sulla velocità di reazione (significato e ruolo dei catalizzatori)<sup>iii</sup>.

A mio parere qualsiasi programmazione curricolare di chimica deve avere come centro di equilibrio reticolare lo studio sperimentale di disparate reazioni per consolidare i punti forti della teoria chimica:

1. la conservazione della massa
2. il modello atomico e molecolare con tutto quello che ne consegue relativamente alla classificazione degli atomi e quindi dei loro composti e delle modalità di formazione dei composti (teoria dei legami),
3. le relazioni con il primo e il secondo principio della termodinamica. Inoltre attraverso diversi livelli di problematizzazione lo studente può analizzare nel dettaglio situazioni chimiche che peraltro aveva già incontrato nello studio delle scienze naturali e biologiche, come:
  1. i fattori di solubilità
  2. acidità e basicità delle sostanze
  3. processi ossidoriduttivi
  4. aspetti strutturali della materia (solidi, liquidi, gassosi).

Qui dovrebbero essere studiati in quelle loro dinamiche interne leggibili attraverso i punti forti della teoria chimica citati precedentemente.

Riprendendo quanto definito all'inizio circa l'integrazione tra le scienze sperimentali e la ciclicità dell'apprendimento mi pare di poter sostenere indispensabile un accurato inserimento di contenuti ed esperienze chimiche nei vari momenti della programmazione poliennale, laddove sia possibile, per l'articolazione della cattedra (licei) mentre negli istituti tecnici è assolutamente indispensabile una corretta collaborazione tra insegnanti per articolare in modo adeguato esperienze di chimica con l'uso della strumentazione dei modelli chimici in biologia o nelle scienze naturali in genere.

Occorre ribadire inoltre la necessità che l'uso dei modelli interpretativi della realtà, propri della chimica, passi attraverso un articolato cammino sperimentale adeguato ai diversi livelli di maturità degli studenti.

---

<sup>i</sup> Ad esempio: la natura dei reagenti, la concentrazione dei reagenti, la temperatura a cui si fa avvenire la reazione, la presenza di catalizzatori...

<sup>ii</sup> Misurare il  $\Delta T$  della reazione e moltiplicarlo per la massa coinvolta.

<sup>iii</sup> Ad esempio la reazione tra  $\text{IO}_3^-$ , amido e bisolfito.