

Una proposta di curriculum verticale per la Chimica

Bologna, 2-3 Dicembre 2019

Eleonora Aquilini

Convegno di Didattica della Chimica

“Non si insegna quello che si vuole; dirò addirittura che non s’insegna quello che si sa o quello che si crede di sapere: si insegna e si può insegnare solo quello che si è.”

Jean Léon Jaurès

...quello che si è (?!)

- Cosa è che ha determinato e determina ciò che siamo?
- Siamo quello che siamo da sempre?
- E' il nostro *daimon* (quello che ci è stato assegnato alla nascita) che prende corpo nel tempo, che si sviluppa, cresce...?
- Non c'è spazio, quindi, per la formazione degli insegnanti, degli studenti?

In una prospettiva costruttivista :

- Siamo le nostre esperienze.
- Insegniamo la nostra esperienza.

Chi è un insegnante ?

Per essere insegnanti bisogna imparare ...

- Conoscere la disciplina.
- Conoscere gli aspetti psicopedagogici che permettono di capire cosa si può insegnare in una determinata età.
- Connettere la disciplina con la psicologia e la pedagogia.
- Imparare a *gestire e riparare* sentimenti

L'esperienza

- L'educazione scientifica, per avere un senso, deve basarsi sull'esperienza.
- L'esperienza deve essere vissuta in modo problematico, richiamata alla memoria, raccontata.
- Deve essere la base per la costruzione di concetti astratti.

- Altrimenti, rischiamo di lasciare un patrimonio di parole a cui l'allievo non attribuisce significato.
- Il linguaggio deve crescere insieme ai concetti passando gradualmente da quelli di senso comune a quelli scientifici.

- Nei libri di testo dove sta l'*esperienza* dell'allievo? Ci sono esperimenti dimostrativi e definizioni senza storia che si susseguono da un capitolo all'altro.
- Gli allievi ricordano dei frammenti di frasi che sono parti di un puzzle non costruito nella mente.

Il riferimento è sempre la scienza del novecento linearizzata attraverso un'esposizione che lega le varie parti con una logica deduttivistica e ne ignora la complessità.

Se il riferimento è la scienza attuale, dovremmo considerare impossibile, dal punto di vista psicologico, l'insegnamento della maggior parte dei concetti scientifici.

- *È impossibile trattare gran parte dei problemi della scienza prima che si sia realizzato un adeguato consolidamento delle strutture cognitive dello studente, finché, cioè lo studente non abbia effettuato un percorso educativo che l'abbia portato ad acquisire consapevolezza, riflessione e razionalità intorno a fenomenologie connesse, sul piano cognitivo, all'esperienza quotidiana.*
- *(C. Fiorentini, Quali condizioni per il rinnovamento del curriculum di scienze?)*

Nel primo ciclo studiamo fenomeni il più possibile privi di conoscenze teoriche specifiche

- I fenomeni studiati tramite gli esperimenti, per diventare acquisizioni concettuali significative, devono essere interpretati in modo scientifico, ossia non legato alla percezione individuale ma al significato condiviso.
- Confronto di idee, di ipotesi, di ragionamenti che vengono fatti all'interno della classe sotto la regia dell'insegnante.

Metodologia delle 5 fasi

- Esperienza
- Verbalizzazione scritta individuale
- Discussione collettiva
- Produzione scritta dopo la discussione
- Definizione condivisa

Scegliamo i fenomeni da studiare tenendo conto della storia del pensiero chimico

Nel primo ciclo si dovrebbe ripercorrere la fase prescientifica, artigianale della chimica.

La situazione psicologica del bambino di fronte al mondo dei materiali è simile a quella dell'uomo di quattro-cinque secoli fa.

Si scelgono problematiche chimiche significative:

la combustione, le soluzioni, gli acidi le basi e i Sali. Si studiano proprietà fisiche come la temperatura di ebollizione e di fusione, il peso specifico...in modo da poter caratterizzare le sostanze.

Si distinguono le trasformazioni fisiche da quelle chimiche

Gerarchia composizionale di Lavoisier

Sali

Calci metalliche

Acidi

Ossigeno

Metalli

Combustibili

Nel biennio della scuola secondaria di secondo grado si segna **la discontinuità**: le teorie della chimica classica interpretano gli esperimenti ad un livello di astrazione che va costruito; il procedimento che porta alle generalizzazioni non è induttivo.

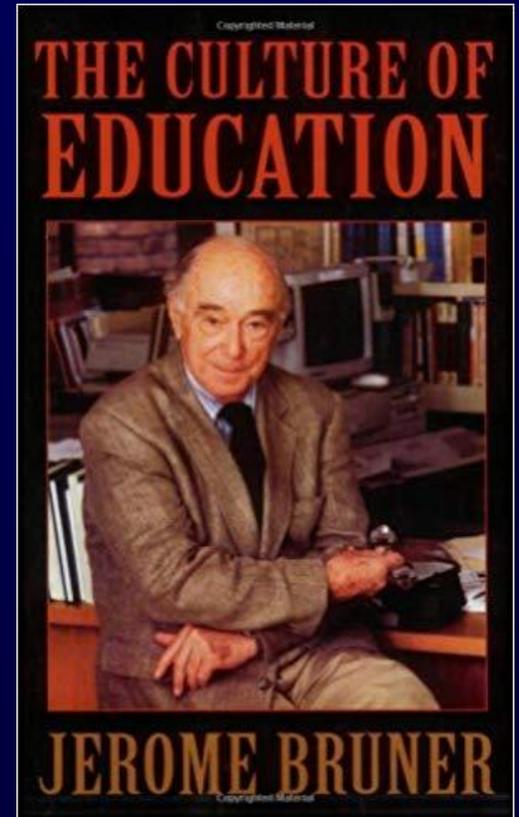
Il salto è necessario, ma la costruzione delle teorie chimiche (esperimento/teoria), deve essere graduale.

“... L’immagine della scienza come impresa umana e culturale migliorerebbe molto se la si concepisse come una storia degli esseri umani che superano le idee ricevute – Lavoisier che supera il dogma del flogisto, Darwin che rivoluziona il rispettabile creazionismo....Può darsi che abbiamo sbagliato staccando la scienza dalla narrazione della cultura. ...

***Non sto proponendo di sostituire la
scienza con la storia della scienza...***

***Sostengo invece che la nostra
educazione dovrebbe tenere conto
dei processi vivi del fare scienza e
non limitarsi ad essere un
resoconto della “scienza finita”.***

(Bruner, La cultura dell'educazione)



Le teorie sono “invenzioni” che interpretano la realtà.

Priestley ha trovato l'ossigeno, Lavoisier lo ha inventato

Per vedere ciò che vide Lavoisier era necessaria la revisione di un paradigma fondamentale e questo fatto deve essere la ragione principale per cui Priestley non ci riuscì per tutta la sua lunga esistenza. (Kuhn)

Nel 1774 Priestley dalla decomposizione, per riscaldamento, della calce rossa di mercurio:

Calce di mercurio $\xrightarrow{\Delta}$ mercurio + aria deflogisticata

Aria deflogisticata, ossia con meno flogisto

Lavoisier sottopose questo gas a delle esperienze per determinarne la natura:

1. Non era solubile in acqua
2. Non precipitava acqua di calce
3. Non si combinava con gli alcali caustici
4. Poteva intrattenere la combustione e la respirazione in modo più efficace dell'aria comune; il carbone bruciava con una luce simile a quella del fosforo ed i combustibili si consumavano con una rapidità maggiore rispetto all'aria comune

Lavoisier giunse a conclusioni molto diverse da quelle di Priestley. Non si limitò ad affermare che il gas ricavato dalla decomposizione della calce di mercurio non fosse altro che aria atmosferica più efficace, **ma ipotizzò che si trattasse di un componente dell'aria atmosferica, quello attivo chimicamente e responsabile della calcinazione e della combustione.**

Nel 1779 dà a questo gas il nome di **ossigeno.**

La composizione dell'aria

Alla base del ragionamento di Lavoisier:

1. L'ipotesi fondamentale che sostiene tutto il ragionamento di Lavoisier è quella del 1772: i metalli e i combustibili durante la calcinazione e la combustione si combinano con l'**aria**
2. Lavoisier aveva già ipotizzato che l'aria non fosse una sostanza semplice (**solo 1/5 è attiva nella combustione**)
3. Alla fine del 1774, Lavoisier venne a conoscenza della scoperta fatta da Priestley, **di un'aria più attiva dell'aria atmosferica.**
4. Entro il 1777 Lavoisier fece un altro esperimento di decisiva importanza, racchiuse in un recipiente adatto quantità misurate di mercurio e aria e riscaldò il tutto per 12 giorni. L'aria consumata era circa un sesto di quella iniziale. L'aria residua era molto diversa dall'aria atmosferica (non era aria fissa perché non precipitava l'acqua di calce, ma spegneva le candele).

Mercurio + Aria \longrightarrow Calce di mercurio + aria residua

L'aria residua non permette la combustione ma non precipita l'acqua di calce (non è aria fissa).

5. L'aria atmosferica non è un elemento: ha una componente attiva nella calcinazione e nella combustione (l'ossigeno) e una componente inattiva (mofeta)

**LA SCOPERTA DELL'OSSIGENO STA
DENTRO UNA TEORIA**

Da cosa nasce la revisione del paradigma?

Lavoisier rileva nella teoria del flogisto un'anomalia



Peso 1

Peso 2

Peso 1

<

Peso 2

Se il metallo perde flogisto come fa a pesare di più?

La prospettiva cambia perché il peso, la misura, diventano per Lavoisier fattori imprescindibili del ragionamento.

Quando nel 1772 Lavoisier annuncia **la scoperta fondamentale**, dopo la combustione dello zolfo e del fosforo in ambienti chiusi, dimostra che è l'aria a far aumentare di peso lo zolfo e il fosforo facendoli diventare acido solforico e acido fosforico, e scrive:

Questa scoperta, che ho constatato con delle esperienze che considero decisive, mi ha fatto pensare che ciò che ho osservato nella combustione dello zolfo e del fosforo avrebbe potuto aver luogo con tutte le sostanze che aumentano di peso con la combustione e la calcinazione; e mi sono persuaso che l'aumento di peso delle calci metalliche deriva dalla stessa causa.

CONFERMA SPERIMENTALE:
CALCINAZIONE DELLO STAGNO IN
AMBIENTI CHIUSI

Quando si comincia a studiare la chimica sono argomenti fondamentali:

- Il ruolo del concetto di gas nella nascita della chimica
- L'opera di Lavoisier
- La legge di Proust
- La teoria atomica di Dalton
- La legge dei volumi di Gay-Lussac
- la legge di Avogadro
- La distinzione fra atomo e molecola di Cannizzaro
- La tavola periodica di Mendeleev

Nel biennio è importante costruire il concetto di **molecola** in modo molto graduale, seguendo lo sviluppo della chimica daltoniana.

Il mondo microscopico “entra” con la teoria di Dalton come *riflesso* del mondo macroscopico e viceversa. È una connessione straordinariamente potente e efficace nell’insegnamento.

Paolo Mirone

“Dai tempi di Dalton...la chimica fa uso di due livelli distinti di descrizione della materia: il livello macroscopico, o fenomenologico, delle proprietà e delle trasformazioni delle sostanze e il livello microscopico (o più esattamente submicroscopico) degli atomi e delle molecole. I chimici si sono da tempo adattati a questa duplicità di livelli, sviluppando una forma mentis che consente loro di passare con naturalezza da un livello all'altro pur tenendoli ben distinti.

Ma ciò non è affatto ovvio per gli studenti che si avvicinano per la prima volta alla chimica, specialmente se sono molto giovani...”

Un possibile modo per tenere distinti ma connessi i due livelli è essere consapevoli, nell'insegnamento, del loro diverso livello di complessità.

Come sostiene Giovanni Villani, «*una caratteristica importante è che i diversi livelli di complessità possono essere ordinati utilizzando la dimensione fisica per gli oggetti materiali e la complessità logica per quelli concettuali, ottenendo un mondo gerarchicamente disposto*»

Ogni livello ha proprietà emergenti: ad esempio, le proprietà della molecola non sono interamente riconducibili a quelle dei singoli atomi.

Un aspetto importante nella costruzione del curriculum di chimica è tenere conto dell'alunno, del suo sviluppo ad una determinata età, in relazione a quel livello di complessità della disciplina che è giusto affrontare...

... con quegli studenti ho davanti..
proprio quelli lì ...

per rendere le esperienze *storie* che
restano,

perché fanno parte di un tessuto più
grande,

.... perché sono parte di quello che
siamo.

Il processo di fare scienza è narrativo. Consiste nel produrre ipotesi verificabili, correggerle e rimettere ordine nelle idee. Nel corso della produzione di ipotesi verificabili giochiamo con le idee, cerchiamo di creare anomalie, cerchiamo di trovare belle formulazioni da applicare alle contrarietà più intrattabili, in modo da poterle trasformare in problemi solubili, inventiamo trucchi per aggirare le situazioni più intricate.

Soprattutto quando

“l’insegnamento è molto sbilanciato a favore del livello microscopico come avviene molto spesso nelle scuole italiane”

Si ravvede quindi *“la necessità che, nell’insegnamento della chimica, i due livelli, con le rispettive terminologie, siano tenuti ben distinti fin dal principio. Distinti ma non separati, perché i due livelli sono strettamente connessi: è proprio il comportamento degli atomi e delle strutture che essi formano...che ci permette di spiegare le proprietà e le trasformazioni che osserviamo su scala macroscopica. Ma i concetti e le teorie che fanno da ponte tra i due livelli sono spesso all’origine di ostacoli all’apprendimento anche nei casi più semplici.”*