

# L'approccio storico- epistemologico per appassionare e comprendere la chimica

GNFSC - 16 marzo 2023

Eleonora Aquilini



*“Io e i miei colleghi abbiamo un difetto grave, condiviso da troppi: viviamo nel presente e consideriamo il passato obsoleto, quasi spazzatura... Come se le idee e **i risultati più importanti** fossero solo gli ultimi. Come se il **contenuto culturale** di una storia sofferta fosse pressoché nullo. No, amici e colleghi, è un errore anche grave... Via! Un piccolo sforzo: **recuperiamo almeno la nostra storia**. Poi bisognerà trovare il modo di costruire una didattica delle scienze a misura di adolescenti”.*

C. Bernardini

Qual è la finalità primaria dell'educazione scientifica nella scuola pre-universitaria?

L'educazione scientifica dovrebbe modificare gli schemi concettuali di senso comune per avvicinarsi a quelli scientifici.

Questo comporta una costruzione dell'insegnamento scientifico che abbia un valore culturale.

Occorre raggiungere (costruire) una visione della Scienza come una delle forme di conoscenza elaborate dalla specie umana nel corso della sua storia, caratterizzata da finalità e metodi specifici di descrizione, di rappresentazione e di interpretazione della realtà.

*“Per capire il significato culturale delle scoperte scientifiche bisogna vederle nel loro prodursi, nel loro attuarsi: nella loro storia” (L.Geymonat)*

In assenza di una razionale conoscenza della genesi, dello sviluppo di leggi e di teorie, degli aspetti ipotetici delle forme di sapere trasmesse, l'apprendimento resta affidato all'intuito, all'autoevidenza e si riduce a sterile memorizzazione.

Non ci si deve concentrare solo sui risultati dell'attività scientifica, ma è fondamentale fare luce sui processi.

Perché i processi siano esplicativi del modo di attuarsi della scienza , che è fatta anche di tentativi e errori giustificati dal contesto, occorre fare scelte “drastiche” riguardo ai contenuti da trattare.

E' un'illusione pensare che i concetti fondamentali della chimica possano essere riscoperti dagli alunni con attività solo sperimentali.

Ritenere, ad esempio, che la legge di conservazione della massa/peso sia banale e intuitiva (nei libri di testo, vengono dedicate poche righe alla chimica di Lavoisier) **significa mettere sullo stesso piano la comprensione e l'acquisizione cieca di nozioni.**

Vi è comprensione effettiva della legge quando **si ha consapevolezza delle apparenze ingannevoli dell'esperienza quotidiana**, grazie alla contestualizzazione storica : le osservazioni, le esperienze, le ipotesi di Lavoisier.

*Se con le reazioni chimiche è possibile ottenere (creare) sostanze completamente diverse da quelle iniziali, non dovrebbe essere anche possibile un aumento o una diminuzione di peso?*

Prima di Lavoisier il peso era ritenuto dalla maggior parte degli scienziati una proprietà della materia di scarsa importanza per la spiegazione dei fenomeni chimici.

*[Esperienze: 1.la calcinazione dei metalli  
(Fe, Sn, Zn, Pb)]*

*. Perché un metallo può per riscaldamento,  
oltre che fondere, calcinare? Che tipo di  
spiegazione può essere data di questo  
fenomeno?*

***piombo (calcinazione) → calce gialla  
(litargirio)***

***litargirio (calcinazione) → calce rossa  
(minio)***

*Come è possibile spiegare l'aumento di peso? Perché la calcinazione si verifica alla superficie dei metalli? Perché la calcinazione avviene più facilmente in recipienti aperti, quali la capsula?*

***Già prima del Settecento si era capito che anche la calcinazione (come la combustione delle sostanze combustibili) dei metalli è una trasformazione che si verifica soltanto in presenza di aria:***

***era stata in questo modo fornita una prima risposta alle ultime due domande precedenti, ma non era stata data spiegazione soddisfacente del fenomeno ed in particolare non era stata individuata quale fosse la funzione dell'aria.***

*metallo + particelle ignee → calce metallica*

**Il fatto che si parlasse di fuoco in termini di corpuscoli del fuoco ci rivela la loro concezione: questi scienziati pensavano che il fuoco fosse materia, anche se di tipo particolare. Il fuoco avrebbe dovuto infatti essere costituito di particelle così sottili da poter passare attraverso i recipienti.**

*[Esperienze: 2.la combustione della candela 3.la combustione del magnesio]*

## La teoria del flogisto

***Alcune sostanze, i combustibili, benché dall'aspetto siano molto diversi fra loro, possono bruciare perché contengono una sostanza particolare (chiamata flogisto) che ha la capacità, quando esce dal combustibile che si sta consumando, di trasformarsi in fuoco.***

*[Esperienze: 2.la combustione della candela 3.la combustione del magnesio]*

## La teoria del flogisto

***Alcune sostanze, i combustibili, benché dall'aspetto siano molto diversi fra loro, possono bruciare perché contengono una sostanza particolare (chiamata flogisto) che ha la capacità, quando esce dal combustibile che si sta consumando, di trasformarsi in fuoco.***

*combustibile (innesca) → flogista (luce +  
calore) + cenere*

*L'aria è concepita come lo strumento fisico  
essenziale della combustione, ma l'aria non  
ha nessuna funzione chimica, non si combina  
con il combustibile*

L'aspetto fenomenico della combustione e della calcinazione dei metalli non permette di cogliere il principio di conservazione o addirittura risulta con esso contraddittorio. Mentre, durante la combustione il peso sembra diminuire, durante la calcinazione dei metalli sembra aumentare. La realtà è diversa dall'apparenza .

Secondo Stahl anche la calcinazione dei metalli può essere spiegata in modo simile alla combustione.

*combustibile (innesca) → flogista (luce +  
calore) + cenere*

*metallo → flogista + calce metallica*

***Quest'ultima ipotesi di Stahl, cioè che anche i metalli contengano flogisto e lo perdano durante la calcinazione, su che cosa si basa?***

***• minerale + carbone → metallo + residuo***

*minerale + flogisto (contenuto nel carbone)  
→ metallo*

*metallo → calce metallica + flogisto*

A quell'epoca si sapeva che dalla combustione dello zolfo (un combustibile) si otteneva una sostanza acida, che si riteneva essere acido solforico, [*zolfo (innesco) → acido solforico + flogisto*] e che mescolando acido solforico con carbone si riotteneva zolfo: *acido solforico + carbone → zolfo*.

# IL PARADOSSO DELLA VARIAZIONE DI PESO

⇒ *com'è infatti possibile che un metallo perda qualcosa, il flogisto, e produca una sostanza più pesante?*

Questa domanda mette in evidenza, per noi, una contraddizione insanabile nella teoria del flogisto; ma tale non risultò durante il Settecento, prima dell'affermazione del principio della conservazione del peso (della massa).

**Lavoisier :**

**“Il grande merito di Stahl è di aver capito la somiglianza, oggi riconosciuta da tutti, tra metalli e combustibili e tra calcinazione e combustione”**

## 1772: la scoperta fondamentale

Lo storico della chimica Guerlac ha definito il 1772 l'anno cruciale della rivoluzione chimica. Lavoisier effettuò delle scoperte rivoluzionarie:

- 1. il fosforo e lo zolfo, quando bruciano trasformandosi rispettivamente in acido fosforico e solforico, "assorbono" aria;*
- 2. la calcinazione dei metalli avviene in modo simile, in quanto, anche in questo caso, abbiamo "assorbimento" di aria.*

*“Sono circa otto giorni che ho scoperto che lo zolfo, bruciando, invece di perdere peso, ne acquista ... avviene la stessa cosa con il fosforo: questo aumento di peso deriva da una quantità prodigiosa di aria che si fissa durante la combustione e che si combina con i vapori.*

*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 acquistano peso con la combustione e la calcinazione; e mi sono persuaso che l'aumento di peso delle calci metalliche deriva dalla stessa causa. L'esperienza ha completamente confermato le mie congetture ..."*

È con esperimenti condotti in recipienti chiusi che Lavoisier fu in grado di confermare due dei principi basilari della chimica:

1) *il principio di conservazione del peso (della massa);*

2) *la combustione e la calcinazione dei metalli sono due fenomeni che avvengono per combinazione con l'aria.*

## *teoria del flogisto*

$\Rightarrow$  *zolfo (innesco)  $\rightarrow$  luce + calore + acido solforico + flogisto*

*metallo (calcinazione)  $\rightarrow$  calce metallica + flogisto*

## *teoria di Lavoisier*

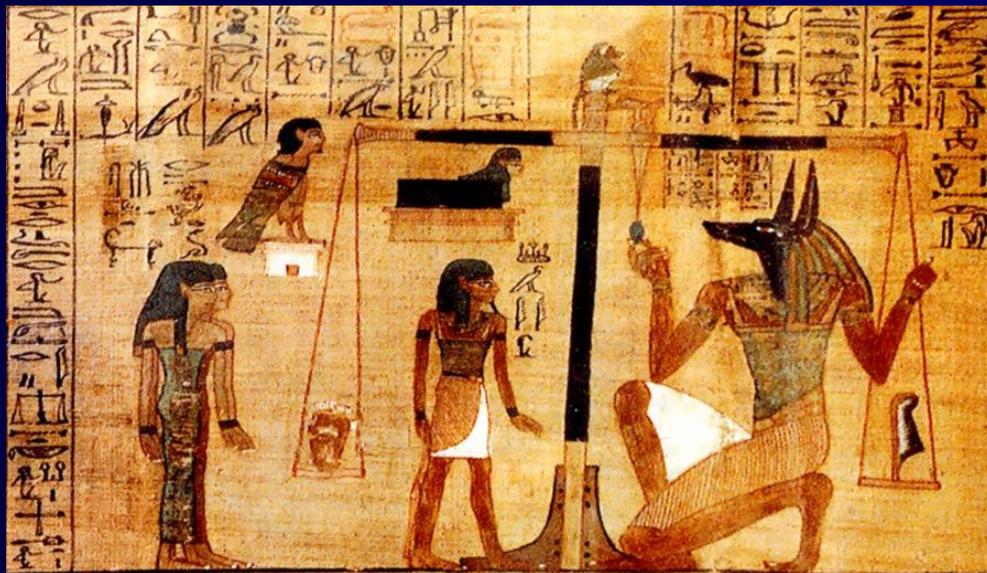
$\Rightarrow$  *zolfo + aria (innesco)  $\rightarrow$  luce + calore + acido solforico*

$\Rightarrow$  *metallo + aria (calcinazione)  $\rightarrow$  calce metallica*

**Peso e precisione** acquistano valore anche per gli alunni quando si comprende che con Lavoisier diventano gli strumenti imprescindibili di una teoria rivoluzionaria che ha rotto col passato (teoria del flogisto, teoria delle particelle ignee) e che ha aperto al futuro (il ruolo dell'aria nella calcinazione e nella combustione)

*La bilancia così viene ad avere un'anima...*

*“La precisione per gli antichi Egizi era simboleggiata da una piuma che serviva da peso sul piatto della bilancia dove si pesano le anime. Quella piuma leggera aveva nome Maat, dea della bilancia. Il geroglifico di Maat indicava anche l’unità di lunghezza, i 33 centimetri del mattone unitario, e anche il tono fondamentale del flauto.”*



Calvino, Lezioni Americane, (L'Esattezza),  
1998

SALI

BASI

ACIDI

METALLI

NON METALLI

# I concetti di sostanza semplice e composta: Gerarchia composizionale di Lavoisier

Sali

Calci metalliche

Acidi

ossigeno

Metalli

Combustibili

*.. “se attribuiamo il nome di elementi o di principi l’idea del termine ultimo al quale arriva l’analisi, tutte le sostanze che non siamo stati capaci ancora di decomporre in alcun modo, sono per noi degli elementi”...*

Lavoisier non tentò mai di approfondire il concetto di elemento dal punto di vista della teoria atomica.

Dopo Lavoisier la determinazione della composizione quantitativa delle sostanze, diventò uno dei compiti più importanti della chimica; in questo modo si realizzò la matematizzazione della scienza chimica: la grandezza da misurare era il peso.

# RELAZIONE FRA “MACROSCOPICO “ E “MICROSCOPICO”

In chimica il “micro” è indiscutibilmente legato alla Teoria atomica di Dalton ed è proprio la contestualizzazione storica che la rende particolarmente viva e feconda.

L'atomo chimico viene infatti “modellato” sulla base della chimica lavoisieriana, in quanto la nuova concezione di elemento, la legge di conservazione del peso, la legge delle proporzioni definite di Proust , costituirono le premesse necessarie per la nascita della teoria atomica.

# Bibliografia

- D. Antiseri, didattica delle scienze, Armando, 1977,11
- C. Bernardini, Il brutto anatroccolo, Insegnare, 2005, 9, 6
- C.Fiorentini, E.Aquilini, D.Colombi, A. Testoni, Leggere il mondo oltre le apparenze, Armando, 2007.
- L.Geymonat, Storicità e attualità della cultura scientifica e insegnamento delle scienze,1986 Marietti-Manzuoli, 1986.
- G.Holton, Scienza educazione e interesse pubblico, il Mulino, 1990,11
- K. Popper, Congetture e confutazioni, Il Mulino, 1972, 243-244
- T.S Kuhn, la struttura delle rivoluzioni scientifichre, Einaudi, 1995.
- G. Villani, Complessità sistemica, Un concetto di notevole importanza in Chimica, CnS Aprile –Giugno 2009, 109.