

L'INSEGNAMENTO DELLA CHIMICA

VALENZE CULTURALI E DIDATTICHE

di Villi Demaldè*

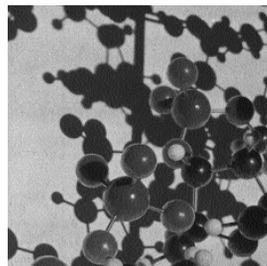
Un corso di chimica può essere, sia per i docenti sia per gli studenti, un affascinante cammino di scoperta, alla conquista di categorie e strumenti nuovi per osservare e comprendere i fenomeni naturali. Per questo è necessaria una chiara coscienza delle dimensioni costitutive della scienza chimica e la capacità di realizzarle nella didattica. Una proposta di itinerario, già esplicitata in libri di testo per la scuola superiore, per aprire una discussione sull'insegnamento della chimica oggi in Italia.

Una promessa disattesa

Spesso, quando durante un curriculum scolastico inizia un corso di chimica, negli studenti, ma anche nei docenti, c'è una notevole attesa. Infatti, la chimica è considerata, a ragione, un pilastro per lo sviluppo materiale ed economico della nostra civiltà contemporanea e gli studenti sperano di potersi occupare di qualcosa d'interessante. In molti casi queste attese restano deluse: la maggior parte degli studenti di scuola superiore afferma che la chimica è una materia astrusa, che non ha collegamenti con la realtà e da studiare a memoria.

Gli insegnanti cercano continuamente modi nuovi di presentare la materia, e tentano soluzioni didattiche diverse, che implicano la scelta di libri di testo fortemente incentrati sullo svolgimento di attività di laboratorio, o che puntano sull'addestramento ad eseguire esercizi stechiometrici, o ancora che cercano di semplificare al massimo i contenuti proponendo spesso schemi concettuali poveri di significato e che inducono i ragazzi a uno studio puramente mnemonico.

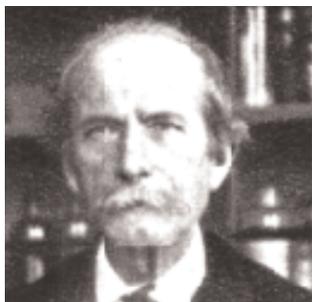
In tutti questi casi, la buona intenzione di rendere comprensibile un corpo di conoscenze complesso dal punto di vista teorico ed estremamente ricco di aspetti pratici e di possibilità applicative come è quello della chimica, non tiene adeguatamente conto dei termini che caratterizzano il linguaggio e il procedere della scienza chimica e non si traduce perciò in una prassi didattica efficace.



Natura della chimica e didattica della disciplina

La didattica della chimica, come di ogni altra disciplina, è determinata dalla natura della disciplina stessa, cioè dalla struttura del particolare sapere o, più precisamente, della particolare tradizione di ricerca che si esercita su un oggetto e che circonda una comunità scientifica.¹ Per questo tenterò di documentare come l'approccio didattico più adeguato alle capacità dei ragazzi e alla loro esigenza di uno studio che tenda a suscitare un'esperienza significativa, sia proprio quello che si basa sulla attenta considerazione dell'oggetto, della natura e dello sviluppo storico della forma di conoscenza del mondo che va sotto il nome di scienza chimica.

L'oggetto della chimica



Marcelin Berthelot (1827-1907)

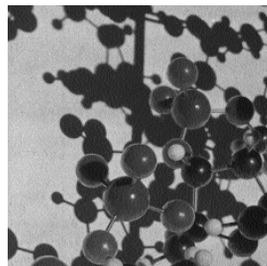
La chimica è quella parte della scienza che studia la materia, la sua composizione e i cambiamenti che possono avvenire in determinate condizioni per interazioni tra i vari componenti, come pure i rapporti tra le varie forme di energia e i cambiamenti che avvengono nella materia.² Già nel secolo scorso il grande chimico francese Berthelot rilevava un aspetto importante del procedere di questa scienza, che la distingue da altre: «La chimica crea il proprio oggetto. Questa facoltà creatrice, simile a quella dell'arte stessa, la distingue essenzialmente dalle scienze naturali e storiche. Queste scienze non dispongono del loro oggetto. [...] Al contrario, le scienze sperimentali hanno il potere di realizzare le loro congetture. Queste stesse congetture fungono da punto di partenza per la ricerca di fenomeni aventi la funzione di confermarle o di distruggerle: in una parola, le scienze che stiamo trattando, perseguono lo studio delle leggi naturali, creando tutto un insieme di fenomeni artificiali che ne sono le conseguenze logiche.»³ Questa osservazione pone l'accento sul carattere operativo e pratico che, specie all'inizio del suo sviluppo, contraddistingue il sapere chimico e apre alla seconda dimensione costitutiva di questa disciplina.

La chimica scienza sperimentale

La chimica è una disciplina sperimentale. Ciò significa certamente che l'indagine chimica segue il metodo scientifico, così come esso è stato codificato da Galileo in poi; un metodo in cui un ruolo centrale, seppure non unico, è giocato dall'esperimento. In ciò la chimica è simile ad altre scienze sperimen-

tali, in particolare alla fisica, al punto che il grande fisico Ernest Rutherford considerava la chimica alla stregua di una branca della fisica. Nel caso della chimica, però, gli aspetti teorici e pratici sono intimamente connessi ed interdipendenti, non solo per le applicazioni che hanno le conoscenze teoriche, ma per il ruolo che gli aspetti pratici e operativi hanno nella definizione dei concetti chimici basilari. Tale consapevolezza era presente già al suo costituirsi come scienza, sul finire del XVIII secolo. Nel 1795, il chimico francese Antoine François Fourcroy, collaboratore del grande Lavoisier, nella *Chimie* scriveva: «La divisione [...] in chimica teorica e chimica pratica, ammessa da diversi autori, è falsa e dannosa. Non vi è autentica chimica senza la riunione delle due. È impossibile trovare una teoria chimica senza fare delle esperienze, così come è impossibile fare della pratica chimica senza trarne dei risultati, l'insieme dei quali costituisce autenticamente la teoria. Separare ed isolare queste due branche vorrebbe dire far ricorso alla immaginazione e alla invenzione nella creazione della dottrina, e, di conseguenza, introdurre nella scienza i romanzi e le finzioni; ciò vorrebbe dire ridurre coloro che si occupano di esperienze alle condizioni di manovali, mentre essi sono i veri sostegni, i veri creatori della chimica, la quale senza i loro lavori non può né sussistere né perfezionarsi.»⁴ Pur risentendo in modo evidente del clima culturale illuminista, il brano mostra l'importanza del rapporto tra pratica e teoria chimica secondo uno dei protagonisti di questa scienza in quel tempo.

Un esempio di questo modo di procedere sono le cosiddette definizioni operative di cui la chimica, specie ai suoi inizi, è ricca. La definizione di sostanza pura deriva, per estrapolazione, dall'applicazione delle tecniche di separazione: è *sostanza pura un materiale non più separabile in altri componenti mediante queste tecniche (decantazione, filtrazione, centrifugazione, distillazione)*. Quella di elemento, formulata da Boyle nel 1661, deriva invece dall'uso delle reazioni di decomposizione: *un elemento è una sostanza pura non decomponibile mediante tali reazioni*. In questo modo, almeno prima che si sviluppasse la moderna teoria atomica, il carattere di elemento era attribuito ad una sostanza in maniera provvisoria. Ancora nel 1802, si sosteneva che «Il chimico è ben lungi dal pretendere ch'essi [gli elementi] siano assolutamente semplici e quindi non formati d'elementi più semplici, e questi pure d'altri elementi più semplici ancora. Egli vuol dire solamente che in tutte le esperienze della chimica questi corpi si comportano come semplici, non si alterano, cioè non si decompongono, si conservano identici.»⁵



¹E. Rigotti, *Il linguaggio nella didattica delle discipline*, in: *Il linguaggio nella didattica delle discipline scientifiche. Approfondimenti*, Ce.se.d., Milano 1994, p. 5.

²Cfr. G.B. Marini-Bettolo, in: *Storia della chimica (introduzione)*, Marsilio, Venezia 1989.

³M. Berthelot, *Chimie organique fondée sur la synthèse*, cit. in: G. Canguilhem, *Introduzione alla storia delle scienze*, Jaca Book, Milano 1973, p.134.

⁴A.F. Fourcroy, *Chimie*, 1795, cit. in: A. Di Meo, *Storia della chimica*, Newton, Roma 1994.

⁵V. Dandolo, *Fondamenti della scienza chimico-fisica*, Napoli 1802, cit. in: L. Paoloni, *Le trame concettuali delle discipline scientifiche*, La Nuova Italia, Firenze 1985.

Lo sviluppo storico della chimica

Anche la scienza chimica si è sviluppata secondo un percorso in cui ogni nuova scoperta ha approfondito quelle precedenti e ha aperto la strada a ulteriori conquiste. In questo senso, ogni concetto chimico non ha tanto significato per se stesso, o per le sue implicazioni pratiche, quanto piuttosto all'interno del cammino di conoscenza compiuto dagli scienziati: il percorso concettuale della scienza chimica si costruisce sul suo percorso storico. E lo sviluppo storico di questa scienza è, allo stesso tempo, uno sviluppo di fatti: risultati sperimentali, spesso inattesi, hanno segnato svolte cruciali nello sviluppo teorico. È il caso della sintesi fortuita dell'urea da parte di Friedrich Wöhler nel 1828, che segnò la fine della teoria della forza vitale come responsabile della produzione di composti organici da parte dei viventi.

Le due dimensioni della chimica, quella storica e quella sperimentale, sono tra loro inscindibilmente unite, perché essa, come ogni altra scienza, procede attraverso una serie di domande, le cui risposte aprono ad altre domande che a loro volta portano a nuove scoperte, in un processo che non conosce fine. Ciò accade nel tempo, in un certo contesto, che è influenzato da ciò che avviene in tutto l'ambito scientifico e lo

influenza a sua volta. Parlare di sviluppo storico, quindi, non significa aggiungere un elemento in più allo sviluppo della scienza in sé e per sé, citare nomi di scienziati e date di scoperte, ma descriverlo nell'unico modo adeguato, che è quello che tiene conto di tutte le dimensioni di quel particolare sapere, così come esso si è andato costituendo. Quello che si prende in esame, infatti, è lo sviluppo storico di una scienza sperimentale.

Volendo individuare un criterio didattico che informi di sé un percor-



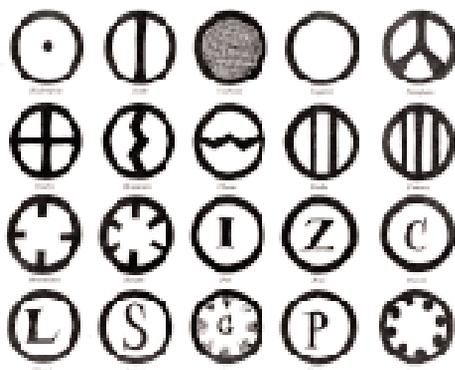
Laboratorio chimico del XIX secolo

so di studio, occorre osservare che quello descritto è l'unico criterio inerente la natura della disciplina; ogni altro criterio adottato, sia esso basato sulla semplificazione dei concetti, sull'addestramento operativo in laboratorio o nello svolgimento di calcoli, sulla semplice memorizzazione dei contenuti, e così via, sarà necessariamente esterno, estraneo alla disciplina stessa.

Percorsi didattici per la chimica di base

Tenendo presenti le dimensioni costitutive della chimica, quella storica e quella sperimentale, è possibile costruire dei percorsi didattici per la chimica di base che siano efficaci per lo studio di questa disciplina e adeguati alla capacità di comprensione degli studenti. Essi permettono di affrontare i diversi argomenti sia nel significato specifico (teorico, pratico o applicativo), sia per il loro valore culturale e scientifico.

Un esempio di questo modo di procedere riguarda le cosiddette



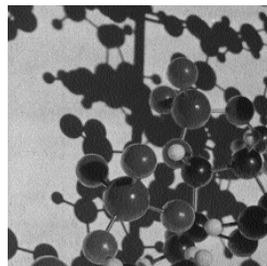
Simboli degli elementi secondo Dalton (1806)

«leggi classiche» della chimica, cioè quella di Lavoisier sulla conservazione della massa, quella di Proust sulle proporzioni costanti e quella di Dalton sulle proporzioni multiple.⁶ Esse, in molti testi di chimica «moderni», fino a non molti anni fa, venivano ignorate, in quanto ritenute direttamente derivanti dalla natura atomica

della materia, mentre, in realtà, hanno portato gli scienziati all'idea di atomo come ente che mantiene la sua identità in una reazione. Dal punto di vista didattico, lo studio di queste leggi consente di introdurre in modo graduale, non forzato e accessibile agli studenti, la teoria atomica come ipotesi esplicativa delle evidenze sperimentali che si andavano accumulando tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo, sottolineando allo stesso tempo il ruolo dei modelli nella chimica.

In questo caso, il percorso storico può efficacemente diventare anche un percorso didattico.⁷

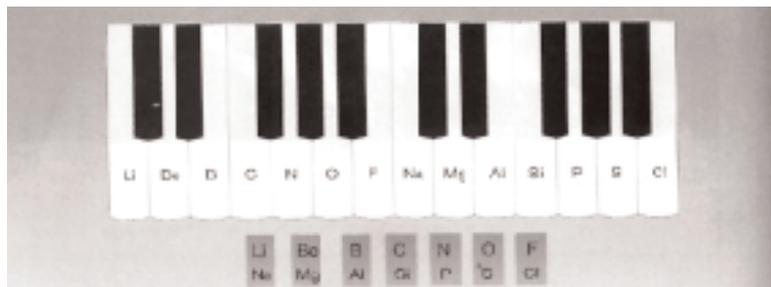
Un altro esempio riguarda la classificazione degli elementi, che può essere pienamente compresa nella sua espressione attuale, la moderna tavola periodica, a partire dai primi tentativi quali le triadi di



⁶Legge di Lavoisier: in una reazione chimica la somma delle masse delle sostanze che vi prendono parte (reagenti) è uguale a quella delle masse delle sostanze che si ottengono da essa (prodotti). Legge di Proust: in qualunque composto il rapporto tra le masse degli elementi costituenti è definito e costante.

Legge di Dalton: quando due elementi si combinano per formare più composti, le quantità di uno dei due elementi che si combinano con una quantità fissa dell'altro stanno tra loro in rapporti espressi da numeri interi e piccoli.

⁷Cfr.: V. Demaldè, M.C. Speciani, A. Vitale, *Chimica di base*, cap. 3, McGraw-Hill, Milano 1995.



Döbereiner (1829), l'elica telluriana di Béguyer de Chancourtois (1862) e la legge delle ottave di Newlands (1864) secondo cui gli elementi da Li a Cl, ordinati in base al peso atomico e alle proprietà chimiche, possono essere disposti come le note della scala musicale (vedi figura sopra riportata).

Così si può evidenziare adeguatamente la relazione tra il criterio chimico del comportamento degli elementi nelle reazioni e quello fisico del loro peso atomico e si può cogliere tutta la portata del lavoro di Mendeleev, che ha portato alla prima formulazione del primo sistema periodico, e il successivo definitivo contributo di Moseley, che ha individuato nel numero atomico il vero criterio di ordinamento degli elementi nella tavola.

Il percorso didattico basato sulla dimensione sperimentale della chimica è più presente nei testi recenti, ma esso coincide con un itinerario di tipo strettamente operativo. Certamente, per rispettare la natura del

sapere chimico, è importante adottare un approccio sperimentale alla disciplina, ma esso deve investire il modo di presentare i contenuti, anche in classe, durante la lezione «di teoria».

Ritorniamo in seguito su questo aspetto fondamentale dell'insegnamento della chimica. Per affermare che i ragazzi non apprendono la disciplina solo perché possono toccare e provare, cioè «sperimentare» ciò di cui si parla in classe, ci basta qui riportare quanto, nel 1661, sosteneva Robert Boyle nel suo *Chimico scettico* (citato in Antonio Di Meo, *Il chimico e l'alchimista*, Editori Riuniti, Roma 1981): «Fra l'essere capaci di fare degli esperimenti, ed essere capaci di fornire di essi una spiegazione filosofica, esiste una grande differenza.»



Frontespizio dell'edizione latina della celebre opera in cui Boyle giunge alla prima formulazione del moderno concetto di elemento

**Docente di chimica*