

## TAVOLE CHIMICHE

di Andrea Bernardoni - Museo Galileo

### INTRODUZIONE

“Così mi sono messo a riunire [...] gli elementi analoghi e i pesi atomici vicini, la qual cosa mi condusse rapidamente alla conclusione che le proprietà degli elementi sono in rapporto periodico con il loro peso atomico”.

Con queste parole il chimico russo Dmitrij Ivanovič Mendeleev (1834 – 1907) ricordava la sua scoperta di una relazione tra le sostanze, la legge di periodicità, con la quale classificava gli elementi chimici, i vari tipi di atomi presenti in natura, sulla base del loro peso atomico e gli permetteva di distinguerli in gruppi con proprietà simili. Un aspetto importante di questa classificazione, che la distingueva da tutti i tentativi fatti in precedenza, era il fatto che si basava su una grandezza fisica determinabile sperimentalmente qual è il peso atomico.

### TABELLE E SIMBOLI

I tentativi di classificare le sostanze naturali e di spiegare le cause delle loro reciproche trasformazioni risalgono all'antichità. Prima di arrivare all'odierna tavola degli elementi erano stati fatti vari tentativi di compilare schemi e tabelle per visualizzare le sostanze e le reazioni chimiche conosciute e di dare un criterio interpretativo anche per quelle esperienze chimiche che non erano state ancora osservate.

Il primo problema da affrontare nella compilazione di una tabella chimica è quella della rappresentazione in forma simbolica degli elementi. I chimici del Settecento per ovviare a questo problema adottarono i simboli della tradizione alchimistica.

Per i metalli, ad esempio, furono adottati i simboli astrologici dei pianeti: l'oro venne quindi rappresentato con il Sole, l'argento con la Luna, il mercurio con Mercurio, il rame con Venere, il ferro con Marte, lo stagno con Giove e il piombo con Saturno. Furono realizzati anche nuovi simboli come quelli introdotti nella tradizione chimica meccanicista, nella quale per raffigurare sostanze come gli acidi furono introdotte delle figure geometriche con le terminazioni appuntite che servivano, appunto, per indicare l'azione aggressiva e corrosiva di queste sostanze.

### TRE TRADIZIONI CHIMICHE

Spostiamoci in una delle prime accademie scientifiche esistenti al mondo, la fiorentina Accademia del Cimento attiva dal 1657 al 1667 e nata sotto la protezione di due appassionati ammiratori della nuova filosofia della natura galileiana e dell'arte della sperimentazione: il granduca Ferdinando II dei Medici in persona e suo fratello, il principe Leopoldo.

Proprio dalla febbrile attività degli scienziati riuniti in questa società scientifica scaturirono infatti importanti sviluppi nelle tecniche di costruzione dei termometri, come pure nel loro impiego.

Lavorando precisamente sul fenomeno della dilatazione termica evidenziato dal termoscopio galileano gli accademici del Cimento riuscirono a realizzare dei veri e propri termometri, ovvero degli strumenti che fossero finalmente in grado di restituire una misura precisa delle variazioni della temperatura. Come fu possibile un tale passaggio?

## LA PRIMA TABELLA CHIMICA

La prima tabella chimica, realizzata sulla base di una ricerca sistematica sui gradi di affinità delle sostanze, fu realizzata nel 1718 dal chimico francese Etienne François Geoffroy (1672-1741). La tabella si compone di sedici colonne. Nelle prime caselle delle colonne sono riportate le sostanze fondamentali o sostanze di riferimento per le quali si volevano esprimere i gradi di affinità. Nelle caselle successive sono riportate le altre sostanze secondo un ordine di affinità decrescente realizzato sulla base di esperimenti.

Ad esempio, una reazione chimica facilmente riproducibile che illustra in maniera efficace come il rapporto di affinità possa determinare la composizione e la scomposizione di una sostanza è quella tra solfato di rame e ferro.

Verifichiamo sperimentalmente questa reazione: per prima cosa prepariamo una soluzione di solfato di rame, aggiungiamo dell'acqua distillata nella provetta poi prendiamo il solfato di rame in cristalli, lo aggiungiamo nella provetta. I cristalli iniziano ad entrare in soluzione con l'acqua. Se adesso prendiamo due chiodi di ferro e li immergiamo nella soluzione di solfato di rame vediamo che si innesca una reazione di sostituzione, del ferro al rame, che progressivamente porterà al lento consumarsi del chiodo e al formarsi di rame allo stato metallico. Una volta ultimata la reazione il contenuto della provetta viene filtrato e non avremo più il ferro, bensì il rame allo stato metallico.

Questa reazione era conosciuta dai chimici del Settecento e la spiegavano con la teoria delle affinità, riconoscendo, quindi, al ferro una maggiore affinità con l'acido solforico rispetto al rame.

## LA TABULA AFFINITATUM

In questo scenario si colloca anche la *Tabula affinitatum* del Museo Galileo la quale fu realizzata tra il 1764 e il 1767 dal chimico tedesco Hubert Francis Hofer titolare del laboratorio di chimica farmaceutica del Granduca di Toscana.

La tavola di Hofer è essenzialmente una riproduzione di quella di Geoffroy alla quale aggiungeva una colonna finale che esprime il grado di affinità dell'olio rispetto all'alcol e all'acqua.

Sulla base di come le sostanze sono incolonnate è possibile ripetere le reazioni chimiche attraverso le quali i chimici settecenteschi analizzavano i

rapporti di affinità. Molto interessanti, ad esempio, sono le reazioni indicate nella colonna 10, relative all'affinità del mercurio con gli altri metalli, che fino ad epoche recenti erano utilizzate per la doratura e argentatura di strumenti e suppellettili: se si unisce l'oro al mercurio i due metalli entrano in soluzione formando una sostanza pastosa chiamata amalgama, la quale veniva spalmata sopra un oggetto che, dopo aver fatto evaporare il mercurio riscaldandolo, rimaneva coperto da uno strato omogeneo d'oro. Le colonne 11 e 13 indicano l'affinità tra piombo, argento e rame e ricordano il processo metallurgico della "liquazione" utilizzato fino dall'antichità per separare l'argento contenuto nel minerale del rame. Sopra una certa temperatura il piombo entra in soluzione con l'argento ma non con il rame. L'argento era poi recuperato dal piombo per mezzo di un altro processo metallurgico denominato coppellazione, dal nome del recipiente costruito in materiale refrattario e poroso, la coppella, che assorbiva il piombo ossidato separandolo nuovamente dall'argento.

La colonna 16 della *Tabula affinitatum* del Museo Galileo offre un esempio di reazione di "affinità" facilmente riproducibile. In questo caso la sostanza fondamentale è l'acqua che esprime la sua maggiore affinità con l'alcool rispetto al sale. Prepariamo una soluzione di acqua e sale. In questo caso il sale è bicarbonato di sodio.

Agitiamo fino a quando il sale non sarà completamente sciolto. Disciolto completamente il sale, prendiamo dell'alcool etilico e lo introduciamo all'interno del cilindro.

Misceliamo il tutto e vediamo che si innesca subito una reazione di sostituzione. L'alcol entra in soluzione con l'acqua e il sale, allo stato cristallino, precipita sul fondo del cilindro.

La reazione si conclude con la completa separazione del sale dall'acqua, confermando così la colonna numero 16 della *Tabula affinitatum* che sancisce una maggiore affinità tra l'acqua e l'alcool rispetto al sale.

## CONCLUSIONI

Per concludere, quindi, possiamo dire: come il moderno sistema periodico degli elementi, anche la *Tabula affinitatum* offriva delle indicazioni importanti sulla natura delle sostanze e sul loro comportamento nelle reazioni chimiche. Solo che a differenza della tavola degli elementi, le tavole settecentesche rimanevano sul piano delle osservazioni qualitative.