

## Nomenclatura molecolare

**Giovanni Villani**

Istituto di Chimica quantistica ed Energia molecolare, Cnr, Pisa

Il mondo trattato dalla chimica è un mondo plurale costituito da milioni di enti diversi fino al punto da meritare un nome proprio<sup>1</sup>. Questo mondo per essere padroneggiato ha bisogno di assegnare un nome a tutte le sostanze, evitando i nomi arbitrari. Blu di Prussia o reattivo di Grignard, sono esempi di nomi convenzionali, vecchi e nuovi, di etichette che identificano una sostanza chimica, ma che non hanno alcun rapporto né con le sue proprietà molecolari né con le proprietà macroscopiche della sostanza. Nomi come questi, utili in ambienti esterni alla chimica, per esempio nella farmacologia, sono di impiccio in una disciplina scientifica che vuole essere razionale. Vi è poi il problema della quantità. Se le sostanze chimiche da identificare fossero dieci, cento, i nomi arbitrari sarebbero stati ancora possibili. Quando invece diventano milioni le sostanze da etichettare allora i nomi arbitrari perdono la loro utilità ed occorre un sistema sicuro, collaudato, per potere dare un nome alle nuove sostanze che vengono prodotte o per potere risalire ed identificarne le proprietà di quelle vecchie ed etichettate.

Accanto a questo problema, e da supporto alla rappresentazione per nomi, si pone il problema della rappresentazione grafica. Non stiamo qui parlando del disegno “realistico” delle molecole, ma di schematizzare le formule molecolari per fornire informazioni aggiuntive alla semplice composizione, qualitativa e quantitativa, nei costituenti. Queste rappresentazioni devono soddisfare a due criteri opposti. Da un lato

devono essere semplici, schematiche, non possono cioè essere delle autentiche “foto molecolari”. Dall’altro, se queste rappresentazioni grafiche vogliono avere una funzione, devono “trasportare” informazioni, quanto più è possibile, suggerire analogie, avere insomma una funzione di rappresentazione, ma anche di spiegazione chimica.

Vi è poi, nell’ambito della rappresentazione delle sostanze chimiche e delle loro proprietà, un problema chimico più generale: la classificazione chimica. Riunire il molteplice in famiglie, dare un progetto d’insieme che fornisca anche un senso chimico alle singole sostanze è l’ambizione che è stata sempre presente in questa disciplina e può essere, ed è stata, di esempio per altre discipline scientifiche, naturali, umane e sociali.

In una discussione sulla nomenclatura non si può non partire da Lavoisier. La sua rivoluzione infatti è anche, e forse per prima cosa, rivoluzione della nomenclatura chimica. Come aveva infatti intuito il chimico francese, una nomenclatura traccia dei percorsi, e non permetterà a coloro che lavorano in chimica di allontanarsi dal suo cammino; si dovrà respingere la nomenclatura oppure seguire irresistibilmente la strada da essa tracciata.

Tre sono i pilastri che sostengono la rivoluzione linguistica di Lavoisier<sup>2</sup>. Per prima cosa il concetto di composizione come combinazione. Per Lavoisier, nelle reazioni chimiche non vi era “creazione” di nuovo, per cui **AB** non era altro che **A+B**, come dimostrava la sua decomposizione. Le apparenze visive invece ingannavano, “creando” qualcosa di nuovo: **AB**. L’equazione chimica in questo caso diveniva la prova che “nulla si crea, nelle opere dell’arte come in quelle della natura, e si può affermare in principio che, in ogni operazione, c’è la stessa quantità di materia, prima e dopo; che la quantità e la qualità dei principi sono le stesse e che ci sono solo dei cambiamenti, delle modifiche. È su questo principio che si fonda tutta l’arte di fare esperimenti in chimica: in ognuno si è costretti a supporre una vera uguaglianza o equazione”<sup>3</sup>. Un secondo punto fermo che stava alla base della nomenclatura chimica di Lavoisier era una metodica classificazione delle sostanze. Dietro questa classificazione per passi successivi vi era l’idea che tutti i corpi derivavano da associazioni a diversi gradi e quindi bisognava isolare i “semplici”, scoprire insomma l’alfabeto del linguaggio naturale. Il terzo pilastro della nomenclatura di Lavoisier era costituito da una combinatoria che fondasse ed evidenziasse il parallelismo tra il mondo chimico e quello grammaticale. Per Lavoisier occorreva che i vocaboli, con il loro gioco di prefissi, radicali e desinenze, potessero tradurre la composizione e la disposizione dei componenti, il loro posto nella gerarchia materiale o il loro grado di complessità. Con

Lavoisier non si trattava più, dunque, semplicemente di decidere un nome, ma di comporre insieme le cose e le parole.

Riassumendo, Lavoisier non si accontentava di dare alle cose un certo ordine, come i suoi predecessori, ma assumeva che un ordine aveva presieduto alla creazione delle cose (e quindi la necessità e la possibilità di una classificazione “naturale”) e che quest’ordine doveva riflettersi nell’enunciato che designava la sostanza e doveva favorirne la comprensione e l’apprendimento. La chimica di Lavoisier era un’arte che avvicinava uomini e cose e ci avvicinava all’organizzazione originale e naturale delle sostanze. La sua nomenclatura, fondamentalmente economica e pedagogica, voleva instaurare una chimica facilmente comunicabile (che anche i bambini potessero imparare), che parlasse all’orecchio e ai sensi, riassumendosi in termini semplici e precisi. Bastava ascoltare per capire, così come voleva il sensorialismo associazionista.

La nomenclatura di Lavoisier si scontrò presto con i suoi limiti e con le sue impossibilità. Lavoisier voleva solo parole corte, in grado di formare, per conseguenza, “aggettivi e verbi”. Ma più ci si addentrava nella mondo reale, più vi si trovavano sostanze ricche e complesse, formate da molte parti. Allora Lavoisier si rassegnò: invece di raccomandare un neologismo composto, ammise la sua preferenza per una comoda etichetta, niente affatto rappresentativa. Si parlò quindi di acido citrico, malico, ossalico, benzoico, perché questi composti o miscele (di carbonio, di idrogeno, di azoto, perfino di fosforo) si estraevano principalmente dai limoni, dalle mele, dall’acetosa, e dal benzoico, rinunciando a ricalcare o a riprodurre la natura dei loro elementi.

Fu J. J. Berzelius che nel XIX secolo riprese e modernizzò la dottrina di Lavoisier. Egli ripartiva gli elementi in elettropositivi (metalli) ed elettronegativi (metalloidi), nettamente antagonisti. In tutti i composti vi erano due parti di carica opposta che si neutralizzavano. L’elettrico diventava la ragione d’essere dell’affinità così chiarita: “Tutte le combinazioni chimiche dipendono unicamente da due forze opposte, l’elettricità positiva e quella negativa [...]. Deriva da ciò che ogni corpo composto, qualunque sia il numero dei suoi componenti, può essere diviso in due parti, una delle quali sarà positivamente e l’altra negativamente elettrica. Per esempio il solfato di soda non è composto di zolfo, di ossigeno e di sodio, ma di acido solforico e di soda, i quali sia l’uno che l’altro, possono essere ancora divisi in due elementi, uno positivo e l’altro negativo”<sup>4</sup>. Tra le conseguenze di questa visione qui ci occuperemo solo di quelle relative alla scrittura e alla nomenclatura.

Berzelius nel 1813 introdusse un simbolismo basato sul nome latino degli elementi. I composti erano denominati attraverso gli elementi uniti dal segno “+” con

l'elemento elettropositivo scritto prima; per esempio l'ossido di rame era **Cu+O**. In seguito Berzelius eliminò il segno “+” e per i composti scrisse di seguito gli elementi, **CuO**. Differenti numeri di elementi erano indicati con gli indici in alto, **H<sup>2</sup>O**. Questi simboli furono criticati perché potevano generare confusione con il simbolismo algebrico, e divennero di uso comune solo dopo il 1830. Fu Liebig che nel 1834 introdusse gli indici in basso, come li usiamo oggi, per gli elementi multipli sebbene i chimici francesi continuarono ad usare gli indici in alto fino al secolo successivo. A causa dell'importanza dell'ossigeno nel sistema di Berzelius, egli lo abbreviò con un punto sopra il simbolo dell'elemento elettropositivo e poi in seguito lo zolfo con una virgola. Un'ulteriore semplificazione fu una barretta o una sottolineatura del simbolo per indicare due atomi dello stesso elemento. Di semplificazione in semplificazione, anche per le difficoltà editoriali, le formule chimiche divennero sempre meno chiare.

Nel XIX secolo il nome lavoisieriano perse di spessore e maltrattata venne pure la notazione scritta di Berzelius. Di fatto con Laurent si aprì l'era della “figura” o della rappresentazione geometrica. Laurent respingeva con penetranti argomenti il concetto associazionista e difendeva la rappresentazione organica della realtà. Laurent può essere visto come il chimico che ha sostituito una teoria globalista alla teoria associazionista dominante: i corpi non derivavano più da congiungimenti, ma da raggruppamenti che li specificavano. L'insieme prendeva il sopravvento sugli elementi: “Ammetto, con tutti i chimici, che le proprietà dei corpi composti dipendono dalla natura, dal numero e dalla disposizione degli atomi, ma dichiaro inoltre che l'ordine ha spesso più importanza della materia su queste proprietà”<sup>5</sup>. Il concetto di struttura molecolare, come verrà elaborato nei decenni successivi non è più molto lontano. Due sono le cause che avevano spinto Laurent alla rivolta contro il dogma regnante della nomenclatura di Lavoisier. In primo luogo, egli si era orientato, fin dall'inizio, verso l'analisi delle sostanze più complesse. Non era partito dalle sostanze semplici, ma dai materiali organici più riccamente organizzati, quelli della natura vivente. L'ingresso nella chimica organica portava ad un'inattesa prospettiva. La chimica organica era molto più una chimica configurazionale che analitica. Dato che i “pezzi o parti” qui erano gli stessi, non si poteva contare su di essi per capire la specificità degli innumerevoli edifici molecolari. Poi vi era una causa di natura quantitativa, la stessa causa che aveva mobilitato Lavoisier. Di nuovo la chimica conosceva un'abbondanza preoccupante, un brusco afflusso delle sostanze che sommergeva i quadri o i concetti in uso. Diceva Laurent nella prima frase della *Méthode de chimie* che “Considerando il gran numero di sostanze organiche che sono state scoperte da una decina di anni a questa parte, e la

crescente rapidità con la quale i chimici ne scoprono ogni giorno di nuove [...] e pensando all'assenza assoluta di un sistema e di una nomenclatura per classificare e denominare questa moltitudine di corpi, ci si chiede con una certa inquietudine se sarà possibile, fra qualche anno, districarsi nel labirinto della chimica organica”<sup>6</sup>.

Come codificare l'immenso sapere accumulato; questo è l'enunciato moderno del vecchio problema di Lavoisier. Nella nomenclatura chimica odierna, non occorre più denominare integralmente, ma simbolizzare e scoprire un sistema di abbreviazioni; non vi è nulla che non sia previsto e un vero nugolo di affissi circondano, per così dire, le grosse molecole, aderendo così bene ad esse da riflettere la loro essenza e la loro organizzazione; i sostantivi non si confondono con le volgari e comode etichette, incollate per designare, ma al contrario mettono in luce l'intimo della sostanza. Il sogno di Lavoisier sembra realizzato: uno stretto parallelismo semantico-chimico, una corrispondenza voco-strutturale. Per la prima volta, forse, tutta la realtà diventa parola. Il mondo intero è verbo. Questo è l'aspetto straordinario di questa chimica parlata. Eppure non è tutto così semplice, come vedremo. I neologismi, intanto, perdono qualsiasi riferimento con la realtà sensibile, le qualità e le apparenze. Le parole dotte, sorta di polinomi algebrici, non ci riguardano più. Ormai sradicati, sono rivolti solo alla comprensione delle strutture.

Nell'attuale nomenclatura chimica, il nome di un composto organico, il più difficile da denominare, è scisso in due parti:

1) una denominazione del radicale che indica la natura e la lunghezza della più lunga catena di atomi di carbonio. Se l'idrocarburo comprende cinque atomi di carbonio si chiamerà pentano da pent- (dal greco: penta, cinque) e dal suffisso -ano, idrocarburo lineare e saturo. Soli i primi di questo gruppo (e ciò vale per ogni gruppo) conservano anche il loro nome storico, come il capostipite: il metano (scoperto nel 1778 e designato così perché si estrae dalle paludi che marciscono, da cui la radice greca che significa liquido in via di fermentazione). Le altre famiglie chimiche sono segnalate da un altro suffisso: per esempio -ene, in pentene ci informa dell'esistenza di un doppio legame e quindi della serie chimica degli alcheni.

2) Sulla catena carboniosa più lunga che fa da base, vera colonna vertebrale, si innestano le ramificazioni con la convenzione designativa, che obbedisce alla logica della semplicità e dell'economia, di preferire gli indici e le quantità meno elevate.

Malgrado le sagge convenzioni che le comandano, e a dispetto della teoria unitaria che le anima, le denominazioni sistematiche sono in difficoltà davanti a terribili ostacoli. Ci limiteremo a mettere in rilievo tre difficoltà che le appannano.

1. Poiché la vocazione di questa scienza sistemica è trascrivere la struttura interna dei composti, riprodurre non le convenzioni degli uomini, ma l'essenza delle sostanze ci si chiede il senso dello "scheletro" della sostanza, e se esso giustifica il suo appellativo. Come si è visto, si è scelta la catena carboniosa più lunga come base a cui agganciare il resto (catene laterali). Questo sistema perderà presto il suo equilibrio man mano che ci si eleva verso gli insiemi più ricchi e più ramificati. Nel caso in cui il numero degli elementi aggiunti supera di molto il supporto, non lo rovescerà? Se d'altra parte le ramificazioni sono ricche di funzioni, mentre la parte centrale non ne comporta, assistiamo di nuovo ad una spiacevole inversione. La questione rimane: dov'è l'essenziale? Ammesso che il nome debba esprimere e rivelare l'essenziale, e mettere alla sua periferia sonora il secondario.

Poiché il nome della chimica non corrisponde a un semplice mezzo designativo, ma a un segno fedelmente rappresentativo, se si minimizza la questione posta, si avvicina la chimica alla biologia, altra scienza scritturale rivolta verso l'espressione e la classificazione. Le due discipline si avvicinano però su questo aspetto, ma non si confondono mai completamente. I nomi degli animali e dei vegetali, nella loro versione scientifica greco-latina, non raggiungono l'altezza dei termini chimici. Essi sono intermediari tra il vocabolario usuale e il nominale-noumenico rigoroso che, nella sua combinatoria, vuole trascrivere la composizione stessa della cosa. La flora sistemica, per esempio, tende solo a localizzare una pianta o l'altra nell'insieme dei vegetali; essa non definisce l'in sé, ma il "rapporto ad altri" e soprattutto "ai simili". Dunque esse propongono denominazioni deliberatamente esteriori e superficiali, che fanno assegnamento solo sul visibile. Nelle loro espressioni non si tratta di conoscere, ma di riconoscere. Il vocabolario chimico, invece, va molto più lontano: la sua costruzione sintattica e multifattoriale (affissi numerici, posizionali, strutturali, spaziali, ecc.) lo prova largamente. Confondere i due lessici vuol dire perdere in un colpo solo la ricchezza di uno, riducendolo all'utilità dell'altro. Certo entrambi sono preziosi e dotti, ma in modo diverso. Non è possibile capire l'uno sul modello dell'altro. Da questo la difficoltà della denominazione chimica razionale riprende tutta la sua acutezza e la sua importanza.

2. Sfortunatamente il progetto logico della nomenclatura chimica non può andare fino in fondo. Il vocabolo essenziale - già fluttuante al momento della designazione del suo centro di gravità - fallisce di nuovo quando occorre collocare e precisare le parti

lateral e sostitutive. Il neologismo prevede solo due regole: la determinazione dello scheletro, di cui abbiamo già parlato, e la questione delle ramificazioni, di cui dobbiamo parlare. Vi sono due limiti opposti nel cui mezzo bisogna collocarsi: da un lato la precisione, dall'altro la concisione. Se si introducono troppi indici di posizione si carica sensibilmente la formula vocale al punto da dovere quasi ricorrere alla scrittura (per esempio le parentesi). Il prezzo della chiarezza è la complicazione della denominazione e l'allontanarsi dalla realtà per cadere nel convenzionalismo.

**3.** Se sono state superate le prime due difficoltà se ne presenta una terza: l'ordine temporale dell'enunciazione. Con quale ramo iniziare? Abbiamo già visto che veniva rispettato un ordine generale decrescente, che si andava sempre dal periferico al centrale, dal secondario al principale. Si scende lentamente nella sostanza. Tuttavia, nella piena estate della chimica organica, piante vivaci e alberi frondosi formicolano di rami e di germogli. Da quale iniziare la denominazione?

Il problema della nomenclatura in chimica comincia a essere complicato. D'altra parte nessuna disciplina ha dovuto censire una massa così grande di sostanze. Ci si può chiedere a questo punto se la nomenclatura chimica, se il bel progetto (voco-strutturale) di Lavoisier ha ancora un senso, o se bisogna rinunciare alla corrispondenza tra l'idioma e la possibilità di racchiudere in un termine la "sostanza" dell'ente denominato. Certamente ogni ente chimico è suscettibile di ricevere un appellativo rigoroso (o più di uno), ma talmente artificiale e convenzionale che il nome perde tutta la sua chiarezza che molti preferiscono un abile "falso nome" o un "soprannome" eloquente a una locuzione esatta ma ingarbugliata, se non indicibile.

## **Bibliografia**

- (1) G. Villani, *La chiave del mondo. Dalla filosofia alla scienza: l'onnipotenza delle molecole*, CUEN, Napoli 2001.
- (2) F. Dagognet, *Tavole e linguaggi della chimica*, Theoria, Roma 1987, pp. 11-39.
- (3) A. L. Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, Paris 1789, pp. 140-141.
- (4) J. J. Berzelius, *Essai sur la théorie des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'électricité*, Parigi 1819, p. 98.
- (5) A. Laurent, *Méthode de chimie*, 1854, p.389.
- (6) A. Laurent, *Méthode de chimie, cit.*, "Introduzione".