

Giovanni Villani

Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici ICCOM-CNR (UoS Pisa), Area della Ricerca di Pisa

✉ giovanni.villani@cnr.it

Chimismo

La spiegazione chimica del mondo

Il termine *chimismo* non è nuovo, sebbene oggi non sia molto usato. Esso, in generale, può essere ricollegato alla spiegazione con enti/processi chimici di un materiale o di un fenomeno. Attualmente tale termine viene usato in geochimica per indicare le caratteristiche chimiche di una roccia o in biochimica per spiegare l'attività chimica di una cellula (*chimismo cellulare*). Sebbene in biochimica, il termine più usuale per indicare l'insieme dei processi (reazioni chimiche) che avvengono all'interno di un organismo sia quello di *metabolismo*, io ritengo che sarebbe meglio usare il termine *chimismo* per mettere in evidenza, già a livello del nome, che la descrizione e lo studio di quello che avviene negli esseri viventi è una descrizione principalmente chimica. Tale termine, infatti, mostra immediatamente e chiaramente l'approccio principale, ma non unico, con cui "spiegare" il vivente: l'approccio chimico. È nel linguaggio chimico che viene "compresa" la materia che forma gli organismi viventi ed i processi che in esso avvengono. Abbiamo detto che l'approccio chimico è quello principale, ma non unico con cui "leggere" un organismo. Esistono, infatti, ottiche differenti da cui si possono guardare gli organismi viventi (e ovviamente anche l'inanimato). Esiste, per esempio, una visione "fisica" dei processi cellulari o almeno di una parte di essi. Tale ottica non utilizza entità chimiche (come le molecole e le macromolecole), ma potenziali elettrici, campi elettrici e magnetici e altri concetti fisici. Esiste, inoltre, un'altra ottica, spesso indicata come "informatica", per descrivere quello che avviene in un organismo vivente. A volte, quest'ultima ottica è utilizzata per "generalizzare" quella chimica e rendere possibile un concetto di vita indipendente dalla sua espressione materiale che si è realizzata sul pianeta Terra. Tale generalizzazione non è in opposizione all'ottica chimica della vita e potrebbe tornare utile se si trovasse una forma di vita "differente" (e non interpretabile in ottica chimica) su altri corpi celesti. Anche noi chimici in casi specifici guardiamo al vivente sia con l'ottica fisica che con quella informatica, per esempio, quando diciamo che il DNA rappresenta un "codice" che trasporta l'informazione

tra le generazioni di una specie vivente. In questo caso, infatti, la natura chimica di tale macromolecola passa in secondo piano, mentre si pone in primo piano l'informazione genetica: la sua costanza, la sua variabilità, ecc. Anche in quest'ottica, tuttavia, resta sottesa la natura chimica del DNA e come questa sua natura possa "immagazzinare e trasferire" l'informazione.

Da un punto di vista storico, nel Seicento il meccanicismo come immagine del mondo e della Natura aveva attecchito anche in campo chimico. La forma delle particelle e i loro movimenti erano diventati un criterio importante di spiegazione dei mutamenti chimici, facendo diventare la Chimica una parte della filosofia naturale d'ispirazione meccanicista. A questo aveva contribuito soprattutto l'opera di Robert Boyle (1627-1691). La Chimica del XVIII secolo, invece, rappresentò una fase di reazione contro il meccanicismo e il suo tipo di spiegazione, in nome della specificità della Chimica. Nel XIX secolo Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831), uno dei più importanti filosofi, ha usato il termine *chimismo* in contrapposizione a *meccanicismo*, intendendo dire che nel meccanicismo la relazione tra due oggetti era "superficiale" (una determinazione relativa spazio-temporale), mentre in Chimica due sostanze erano in relazione "più intima", tramite la loro "natura". Ricordiamo che all'inizio del XIX secolo il concetto chimico di "affinità" aveva acquisito una valenza generale, come il libro *Le affinità elettive* di Johann W. Goethe (1749-1832) sta a dimostrare. È in quest'ottica che andava intesa la relazione "intima" di tipo chimico tra le sostanze.

Il XX secolo rappresenta un caso da analizzare e da capire per la Chimica. In questo secolo entra in crisi il rapporto tra tale disciplina e la cultura ed è importante chiedersi quale sia stata la causa di tale crisi. Accanto a una crisi complessiva del rapporto tra le discipline scientifiche e le visioni più generali del mondo, e il pragmatismo scientifico ne è la logica conseguenza, la crisi culturale della Chimica ha una sua motivazione specifica. Fino all'Ottocento la Chimica era sicura di avere un suo substrato filosofico/culturale e i filosofi della natura erano i chimici di allora.

L'atomo/molecola chimico del XIX secolo aveva, infatti, un patrimonio culturale di indubbio valore che tale disciplina apportava al più ampio campo scientifico. Con l'*espropriazione* del mondo atomico/molecolare da parte della Meccanica Quantistica (e, quindi, dei fisici), i chimici si sono sentiti privati della loro base culturale e si sono sempre più chiusi nei laboratori, nelle applicazioni industriali e nelle loro astrazioni specialistiche. Il paradosso di ciò è che oggi giorno la Chimica, che più della fisica plasma il mondo quotidiano, è diventata una cenerentola a livello culturale, una disciplina senza aspetti generali, una branca di "fisica applicata". Io credo che solo quando sarà evidente, anche tra i chimici, che la loro disciplina ha una valenza generale, ed è specifica e diversa dalla Fisica, solo allora il rapporto tra la Chimica e la cultura si potrà ristabilire. Il concetto di molecola come entità strutturata è, a mio avviso, il punto di forza che permette una solida differenziazione della Chimica dalla Fisica e, per le sue fondamentali implicazioni, tale concetto può superare l'ambito tecnico/scientifico e assurgere a concetto culturale e squisitamente filosofico.

Cosa ha di particolare la spiegazione chimica del mondo materiale? In che cosa si differenzia da altre spiegazioni? Sono queste due domande generali a cui bisogna dare contenuto, per poi chiedere agli insegnanti di dare il "giusto peso" formativo alla Chimica. È questa la specificità della Chimica che, pur non essendo in opposizione ad altre discipline scientifiche, richiede e pretende un peso culturale nella formazione del cittadino.

La spiegazione chimica del mondo inanimato e animato è incentrata sul concetto di molecola e, spesso, in ambito biochimico, di macromolecola. Non ci addentreremo qui sulla questione se una macromole-



cola sia solamente una "molecola grande" o qualcosa di concettualmente differente. Su questo argomento, dal mio punto di vista, qualcosa si può trovare in: <https://youtu.be/i2XCTZgVlo8>.

Nel dettaglio, qui vogliamo evidenziare che la spiegazione di tipo chimico non ricerca, come quella fisica, delle leggi universali a cui assoggettare processi ed enti naturali specifici, ma tramite le proprietà statiche e dinamiche (reazioni chimiche) dei costituenti (molecole a livello microscopico, composti a livello macro) determina le proprietà e il comportamento della realtà materiale.

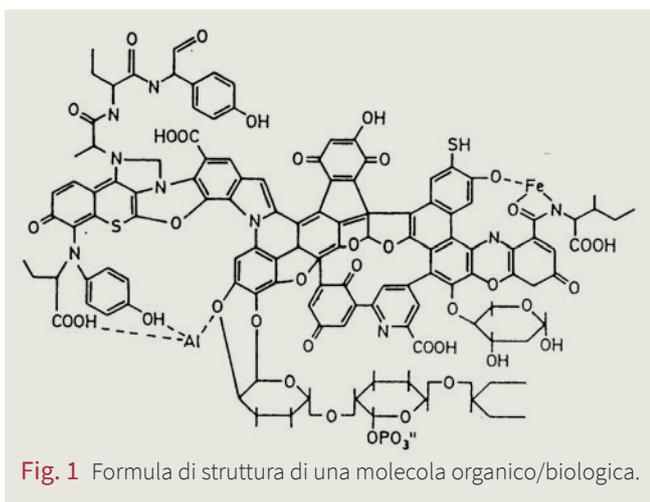
Il mondo molecolare della Chimica è talmente importante che nel titolo di un mio libro (*La chiave del mondo. Dalla filosofia alla scienza: l'onnipotenza delle molecole*) ho parlato "dell'onnipotenza delle molecole". Il concetto di "molecola" è una risorsa sia

materiale sia culturale per la Chimica. Sull'importanza "materiale" del binomio molecola/composto per la Chimica non mi soffermerò ulteriormente. Basterà dire che su questo binomio, sia negli aspetti statici delle proprietà sia in quelli dinamici delle trasformazioni (reazioni chimiche), passa la quasi totalità della Chimica. Sull'importanza "culturale", invece, spenderò qualche parola perché è un aspetto sottovalutato, persino in ambito chimico. Io penso, invece, che anche tramite i suoi aspetti culturali, oltre agli indubbi e notevoli risultati materiali, si possa delineare e pubblicizzare un'immagine positiva della Chimica.

Da un punto di vista culturale, che cosa ha il mondo molecolare di tanto importante da meritare una trattazione filosofica e scientifica specifica? A tutti è nota la teoria atomica della materia e, seppure a grandi linee, la sua controparte filosofica. Molto meno studiata, per non dire completamente negletta, è, invece, la teoria molecolare della materia. La sua controparte filosofica, poi, è tutta da scoprire.

Il livello di complessità delle molecole presenta delle peculiarità. In una possibile lista dei livelli di complessità della realtà, quella che dalle particelle elementari porta al macroscopico, il livello molecolare, anche a prima vista, si situerebbe immediatamente prima della biforcazione tra il mondo inanimato e quello animato. Rispetto al mondo vivente, le molecole sono il livello di studio immediatamente precedente (basta guardare al binomio cellula/costituenti cellulari) e tali enti sono, quindi, fondamentali nel suo studio, come la biochimica sta a evidenziare. Il livello molecolare è, tuttavia, anche il livello immediatamente precedente agli oggetti inanimati macroscopici che ci circondano e anche per essi il mondo molecolare diventa il referente di spiegazione. In quest'ultimo caso, basti pensare ai minerali, alle rocce, ecc. e al ruolo che svolge la geochimica nel loro studio. In figura 1 riportiamo la formula di struttura di una molecola di interesse organico/biologico, in figura 2 un pezzo di una comune macromolecola e in figura 3 la specificazione chimica (acidità, componenti, ecc.) di alcuni tipi di rocce.

Non è, tuttavia, solo questa la peculiarità del mondo molecolare/macromolecolare. Esso è un mondo ricco qualitativamente, cioè i suoi enti, milioni, sono tutti diversi gli uni dagli altri a tal punto da meritare ognuno un nome individuale. È questa sua caratteristica che lo rende particolarmente utile nello spiegare tanto il complesso mondo macroscopico quanto, l'ancora più complesso, mondo vivente. Questa sua varietà è una diretta conseguenza della "strutturazione" a livello molecolare e su questo concetto



scientifico fondamentale per la Chimica, e la scienza tutta, va posta l'attenzione.

Il ristabilirsi, quindi, di un fecondo rapporto tra la Chimica e la Filosofia, tra la Chimica e la cultura in generale, deve e può avvenire intorno al concetto di realtà strutturata (le molecole e le macromolecole), cioè sul terreno di quegli approcci scientifici recenti chiamati "scienze della complessità", riproiettando la Chimica tra le avanguardie culturali. È un posto che essa merita e al quale può ambire se i suoi operatori, i chimici appunto, si scuotono e, senza abbandonare i tecnicismi, essenziali nella scienza moderna, pongano uguale attenzione agli aspetti più generali e concettuali, vorrei dire filosofici, della loro disciplina. È un ruolo "sociale" a cui la Chimica può ambire anche in ambito scolastico se riesce a mostrare il livello generale e culturale sotteso ai suoi "tecnicismi". Il rischio, altrimenti, è quello dell'immagine corrente della Chimica, una disciplina "arida", senza valore formativo.

Per evidenziare in ambito scolastico il valore formativo della Chimica molto può fare un approccio didattico di tipo storico/epistemologico. Collegare i

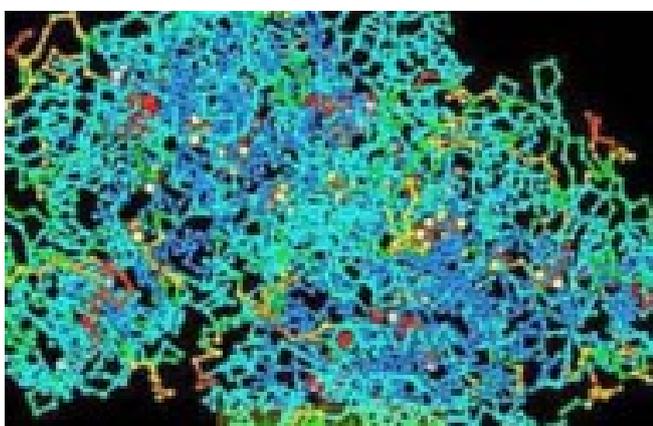


Fig. 2 Una "parte" di una macromolecola biologica.

concetti chimici studiati al loro valore generale, identificare l'innovazione generale (oltre che applicativa) delle sue "sostanze", evidenziare come i suoi concetti ci consentono di superare degli specifici "muri epistemologici", riempie senza dubbio la Chimica di valore formativo. Vediamo un solo esempio, neppure il più importante.

Nella società contemporanea "modellata" dalla scienza e, per tanti aspetti proprio dalla Chimica, esiste un rifiuto di tutto quello che è "artificiale" (ed è associato all'aggettivo "cattivo") in nome di un "naturale", originariamente ed essenzialmente "buono". Chiunque abbia studiato la Chimica a scuola, e quindi tutti i cittadini perché in tutte le articolazioni scolastiche entra in qualche modo lo studio della Chimica, dovrebbe sapere che la "bontà" di una sostanza non è determinata dal procedimento di sintesi (che può avvenire in natura o in laboratorio), ma dalle sue caratteristiche intrinseche. Una sostanza può essere dannosa per l'uomo (ma questo non vuol dire che è "cattiva") sia che venga secreta da una pianta, e da essa utilizzata per "difendersi" dagli organismi viventi del suo ambiente, sia se essa venga "duplicata" in una sintesi di laboratorio. Questo non vuol dire che la Chimica non debba porsi il problema ambientale di "gestire" una sostanza sintetica dal laboratorio iniziale al luogo di smaltimento, ma solo che la sua interazione con l'ambiente (quello che noi chiamiamo inquinamento) va gestito scientificamente, soprattutto nel caso delle sostanze chimiche. Il ruolo formativo dello studio della Chimica in questo caso è quello, da un punto di vista scientifico, di evitare l'errore di differenziare le sostanze tramite il loro procedimento di sintesi e, da un punto di vista generale, ricollegare l'utilità e/o la pericolosità delle sostanze alle loro caratteristiche e alle loro interazioni con l'ambiente e gli esseri viventi.

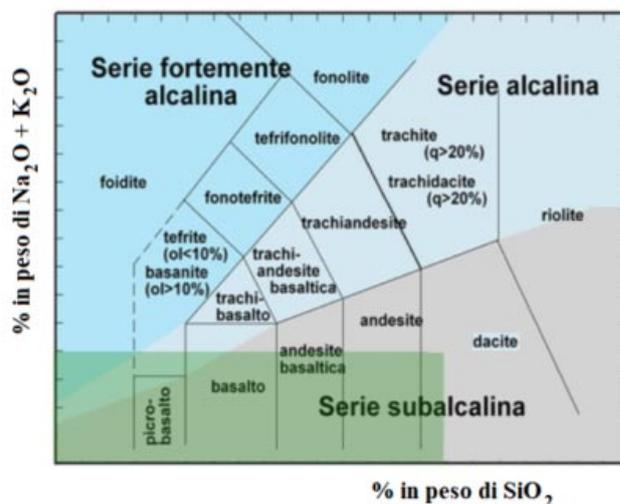


Fig. 3 "Spiegazione" chimica di alcuni tipi di rocce.