

Atomi e Molecole alla Scuola Elementare

Riassunto

Oggi è impossibile affrontare l'insegnamento della chimica, a qualsiasi livello scolastico, senza parlare di atomi e molecole; tali termini, infatti, sono usati così comunemente da essere diventati parte integrante del nostro linguaggio quotidiano. Per introdurre questi concetti in maniera semplice si può sfruttare il confronto fra la chimica e il linguaggio in base al quale gli atomi sono paragonati alle lettere, la Tavola Periodica all'alfabeto e le molecole alle parole. Come nel linguaggio le parole sono le più piccole entità ad avere significato, così in chimica le molecole sono le più piccole entità della materia ad avere una ben precisa forma, una determinata dimensione e specifiche proprietà. Come le parole sono il punto di partenza per costruire frasi ed esprimere concetti, così le molecole sono le entità fondamentali utilizzate per costruire tutto ciò che è in noi ed attorno a noi. Le molecole sono, in definitiva, le parole con le quali è scritto il grande libro della Natura.

Abstract

Nowadays it is impossible to teach chemistry at every school level without introducing the concepts of atom and molecule. In the last few years these terms are indeed used very frequently and by now they belong to our every day language. A convenient method to explain the basic principles of chemistry is the one which employs the parallelism between language and chemistry. Atoms are the letters of chemistry, and the periodic table is the chemistry alphabet. A combination of letters according to the rules of language forms a word, a combination of atoms according to Nature's laws forms a molecule. Atoms, like letters, are indispensable, but they do not have much meaning by themselves. As in a

MARGHERITA VENTURI (*)

language words are the smallest units with a meaning, in chemistry molecules are the smallest entities that have a meaning: they are indeed the smallest entities of matter that have distinct shapes, sizes and properties. As words are used to construct sentences, molecules are used to write the book of Nature.

Questa breve nota, che scrivo su gentile richiesta del Prof. Paolo Mirone, raccoglie in maniera semplice e senza nessuna pretesa alcune considerazioni personali; è, per così dire, il racconto di una entusiasmante esperienza che io, attempata docente universitaria e da sempre abituata a trattare con ragazzi maggiorenni, ho fatto nell'ambito della scuola elementare. Sono stata, infatti, invitata presso alcune classi quinte per parlare di chimica e in particolare, per espressa richiesta degli alunni, di atomi e di molecole. So bene che l'argomento affrontato in questa nota solleverà la perplessità di molti docenti preoccupati del fatto che concetti così delicati, come quelli di atomo e molecola, non possono essere trasmessi con la dovuta rigurosità scientifica a bambini che frequentano la scuola elementare. Se da una parte posso condividere questi timori, dall'altra penso che oggi non sia più possibile affrontare l'insegnamento della chimica, anche ai livelli più bassi, senza parlare di atomi e molecole, termini che sono ormai entrati nel linguaggio comune. I bambini li vedono scritti, li sentono usare e, quindi, è importante che abbiano gli strumenti per associare a questi nomi un "concetto scientifico" anche se molto semplificato.

Come ho accennato sopra, sono stati gli stessi bambini che, appena entrata in aula, mi hanno chiesto di cominciare la "lezione" dagli atomi e dalle molecole; era come se nelle loro piccole menti, inconsciamente o consciamente non so dire, ci fosse chiara l'idea che

per capire la chimica è necessario partire da queste entità: un processo di astrazione veramente stupefacente che non mi sarei mai aspettata da parte di bambini di quell'età! Il mio piccolo pubblico era, dunque, pronto per seguire l'approccio chimico all'interpretazione della realtà materiale, che parte dal mondo microscopico degli atomi e delle molecole per arrivare al mondo macroscopico che ci circonda e che tocchiamo con mano.[1]

Sono più di dieci anni che lavoro a stretto contatto con il Prof. Vincenzo Balzani, scienziato e insegnante eccezionale, e da lui, fra le tantissime altre cose, ho imparato che un tale approccio può essere convenientemente spiegato sfruttando il confronto fra la chimica e il linguaggio;[2] ho utilizzato, quindi, questo metodo ed i risultati che ho ottenuto hanno superato ogni mia aspettativa.

La Chimica e il Linguaggio

Gli elementi di base del linguaggio che usiamo per comunicare sono le **lettere**: nella lingua italiana queste lettere, ciascuna rappresentata da un simbolo (**a**, **b**, **c**, ecc.) sono 21 (Figura 1). Analogamente, i pezzi di partenza del linguaggio chimico sono le **specie atomiche elementari**: in natura esistono circa un centinaio di specie atomiche, ciascuna delle quali è identificata da un simbolo (**H**, **O**, **C**, ecc.). Come le lettere vengono raccolte nell'**alfabeto** così le specie atomiche sono ordinate nella **Tavola Periodica** che rappresenta, quindi, l'alfabeto della chimica. Da quanto ho potuto notare nel corso della mia esperienza, i bambini sono estremamente ansiosi di sapere come sono fatti gli atomi; fra l'altro la maggior parte di loro conosce i termini protone, neutrone ed elettrone. Per soddisfare questa legittima curiosità si può allora far riferimento al semplice modello "planetario", limitandosi a dire che i protoni (carichi positivamente) ed i neutroni (particelle neutre) sono concentrati in uno spazio piccolissimo, detto nucleo, attorno al quale ruotano, molto distanti, gli elettroni (carichi ne-

(*) Dipartimento di Chimica "G. Ciamician", Università di Bologna
Via Selmi, 2 - 40126 Bologna;
e-mail: mventuri@ciam.inibo.it

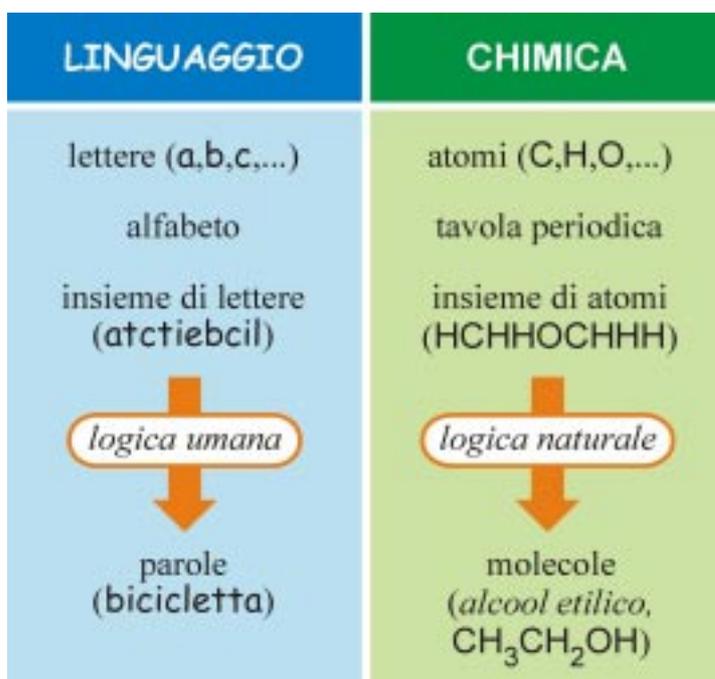


Figura 1

gativamente); si può aggiungere che negli atomi il numero dei protoni è uguale a quello degli elettroni e che le varie specie atomiche differiscono proprio per questo numero, cioè ogni specie atomica è caratterizzata da un ben preciso numero di protoni ed elettroni. Ritornando al confronto lettere-atomi, è importante a questo punto far emergere un altro concetto. Le lettere dell'alfabeto, prese da sole, non sono sufficienti per comunicare; per ottenere questo scopo, infatti, le lettere vengono scelte e unite, secondo un ordine stabilito dall'uomo, per creare le **parole**, a ciascuna delle quali è associato un ben preciso significato, una specie di "valore aggiunto" che le parole hanno rispetto all'insieme delle singole lettere che le compongono. La stessa cosa accade in chimica: gli atomi, separati gli uni dagli altri, non sono in grado di costruire il mondo e allora si uniscono, seguendo una logica che in questo caso è imposta dalla natura, per dare le **molecole**, ciascuna delle quali ha specifiche proprietà e un'identità ben precisa. Tali caratteristiche rappresentano il "valore aggiunto" che la molecola ha rispetto all'insieme dei singoli atomi componenti, paragonabile al significato che attribuiamo ad ogni parola. Come le parole sono il punto di partenza per costruire frasi ed esprimere concetti, così le molecole sono le entità fondamentali utilizzate per costruire tutto ciò che è in noi ed attorno a noi. Le molecole sono, in definitiva, le parole

con le quali è scritto il grande libro della natura.

Il primo problema che ora si pone è quello di spiegare perché gli atomi si uniscono, cioè danno legami chimici, e quale è la logica che la natura segue per formare le molecole. Un metodo semplice, ma efficace, è quello di rappresentare gli atomi come palline con uncini, il cui numero è, in qualche modo, legato al numero e al modo di disporsi degli elettroni attorno al nucleo: ogni specie atomica ha, pertanto, un numero ben definito di uncini. La logica che spinge gli atomi ad unirsi

per dare le molecole è quella di accoppiare tutti, o il maggior numero possibile, dei loro uncini. Rappresentando, quindi, gli atomi di idrogeno, di ossigeno e di carbonio con palline dotate rispettivamente di uno, due e quattro uncini (Figura 2a), i bambini arrivano senza problemi a capire che quando si mescolano atomi di idrogeno e ossigeno si forma un aggregato di tre atomi, due di idrogeno e uno di ossigeno (Figura 2b), mentre nel caso di carbonio e idrogeno la combinazione che si ottiene è rappresentata da un aggregato di cinque atomi, quattro di idrogeno e uno di carbonio (Figura 2c). Inconsciamente i bambini arrivano anche ad intuire la formazione dei doppi legami, perché alla richiesta di individuare il tipo di molecola che si ottiene mescolando carbonio e ossigeno la risposta è stata immediata e unanime: l'atomo di carbonio si combina con due atomi di ossigeno con ciascuno dei quali sistema due dei suoi quattro uncini (Figura 2d).

Ritornando al confronto chimica-linguaggio e continuando l'analogia fra le parole e le molecole, è facile mettere in evidenza che, come esistono parole corte e parole lunghe, così esistono molecole formate da pochi atomi e molecole formate da moltissimi atomi. Per dimostrare, poi, quanto la natura sia più brava dell'uomo a creare le sue specie, si può chiedere ai bambini di contare le lettere contenute nella parola italiana più lunga, precipitevolissimamente (26 lettere), e di confrontare questo numero con quello degli atomi contenuti nelle molecole di sostanze a loro ben note.

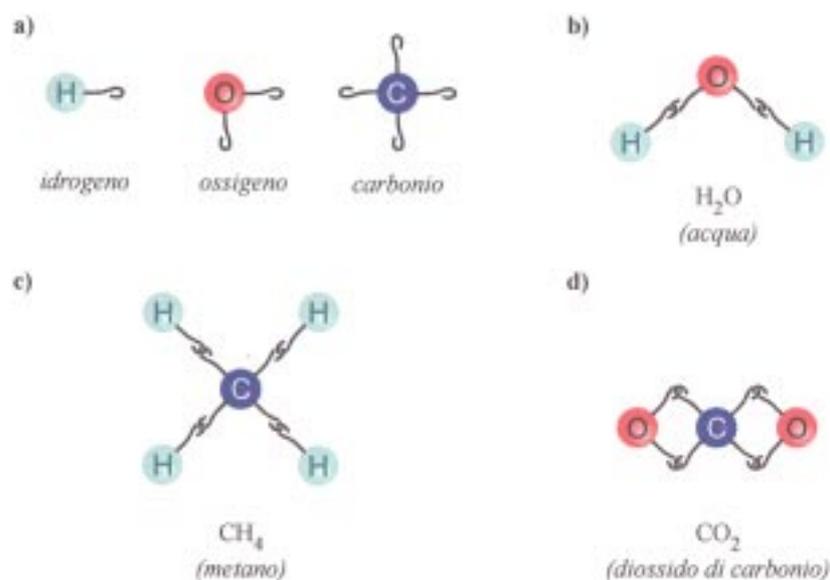


Figura 2 (a, b, c, d)

Ad esempio, la molecola del saccarosio, il comune zucchero da tavola, è formata da 46 atomi, un numero circa doppio di quello delle lettere costituenti la parola più lunga; questa differenza diventa ancora più evidente se si prendono in considerazione le molecole biologiche come, ad esempio, l'emoglobina, a cui si deve il colore rosso del sangue, che è formata da ben 9072 atomi.

L'analogia fra parole e molecole può essere spinta più oltre e può essere sfruttata per spiegare come ogni molecola sia identificata non solo dal numero e tipo di atomi che la compongono, ma anche dal modo in cui questi atomi sono legati nella molecola. Partendo dal linguaggio e prendendo, ad esempio, le quattro lettere **a, o, n, s**, ogni bambino è in grado di dire che, a seconda del modo con cui esse vengono ordinate, si ottengono due parole, **naso** e **sano**, con significati completamente diversi. È facile, a questo punto, trasferire lo stesso concetto in campo chimico, facendo vedere, ad esempio, che partendo da *sei atomi di idrogeno, due di carbonio e uno di ossigeno*, si possono costruire due molecole, **CH₃CH₂OH** e **CH₃OCH₃**, con proprietà completamente diverse: la prima, infatti, identifica l'alcool contenuto nel vino, mentre la seconda è una sostanza che veniva usata fino a non molto tempo fa come anestetico.

Un altro aspetto che deve essere necessariamente affrontato quando si parla di atomi e molecole è quello che riguarda le loro dimensioni. Non è sufficiente dire ai bambini che questi "oggetti" sono molto piccoli, dieci miliardi di volte più piccoli degli oggetti che ci circondano nella vita di tutti i giorni. Per far capire realmente quanto sono piccole le molecole e, a maggior ragione, gli atomi che le compongono, occorre rifarsi a qualcosa che i bambini conoscono; si può, ad esempio, dire che in una gocciolina d'acqua ci sono così tante molecole che,

se le potessimo distribuire fra tutti gli uomini della Terra, ciascuno ne avrebbe 200 miliardi; oppure che, se le contassimo al ritmo di una al secondo, impiegheremmo 32.000 miliardi di anni per contarle tutte.

L'esempio della gocciolina d'acqua serve anche per sottolineare due altri punti estremamente importanti e cioè che gli atomi e le molecole sono così piccoli che, presi singolarmente, non possono essere né visti, né toccati, né misurati, né pesati e che tutto ciò che ci circonda è fatto da un numero enorme di atomi e molecole.

Qualche Riflessione Conclusiva

La descrizione sopra riportata è necessariamente e volutamente incompleta; molti sono, infatti, i problemi lasciati aperti o non affrontati; questo fatto, però, invece di costituire una limitazione, rappresenta un aspetto positivo perché serve per stimolare la fantasia e la curiosità dei bambini che, dopo aver elaborato queste prime nozioni, sono spinti a saperne di più. Le domande qui di seguito riportate, che gli alunni delle scuole elementari presso cui sono andata mi hanno posto sull'argomento utilizzando la posta elettronica, ne sono la chiara dimostrazione.

- *Cosa c'è fra il nucleo e gli elettroni?*
- *La bomba atomica si fabbrica con gli elettroni, i protoni ed i neutroni?*
- *Gli elettroni degli atomi hanno qualcosa a che fare con l'elettricità?*
- *Abbiamo letto che alcuni elementi sono stati preparati in laboratorio e non esistono in natura, allora il numero degli elementi può aumentare ancora?*
- *Come fanno i chimici a conoscere tanto bene le molecole se sono così piccole da non poter essere viste?*

Tutte le domande dimostrano un acume ed un'intelligenza notevoli e necessitano di una risposta non ovvia; quella, però, che mi ha maggiormente im-

barazzato è stata la prima, perché i miei piccoli interlocutori non si sono accontentati della risposta "non c'è niente" e ho dovuto sudare parecchio per riuscire a trovare una spiegazione che li soddisfacesse; la mancanza assoluta di qualcosa è, in effetti, un concetto difficilissimo da trasferire.

Vorrei concludere riportando un'ultima domanda che mi è stata fatta da una bambina e che è decisamente su un altro livello rispetto alle altre:

· *Se tutto è fatto di atomi e molecole come mai ci sono cose che non sono vive e altre che sono vive? Come mai io penso e un sasso non pensa?*

Con la sua candida semplicità questa bambina sta riflettendo su problemi di estrema complessità e profondità; si sta, cioè, chiedendo quale sia la vera essenza della vita e se domande di questo tipo possono trovare la loro giusta risposta in ambito scientifico.

Per approfondire l'argomento

- [1] M. Venturi e V. Balzani, "La Chimica dall'atomo all'uomo", in *3^a Giornata di Chimica, Accademia Nazionale dei Lincei, Fondazione "Guido Donegani"*, Vol. 30, edito dalla Accademia Nazionale dei Lincei: Roma; p. 27 (2003).
- [2] V. Balzani e M. Venturi, "Chimica", *Collana Professione Docente, Editrice La Scuola, Brescia, marzo 2000.*

Ringraziamenti

Desidero ringraziare le signore Patrizia Ricci e Eva Casadei, rispettivamente maestre presso la Scuola Elementare di Rocca San Casciano e la Edmondo De Amicis di Forlì, per avermi dato la possibilità di fare questa splendida esperienza. Vorrei anche congratularmi con loro per l'ottimo lavoro educativo, non solo limitato al campo scientifico, che stanno svolgendo. Ringrazio inoltre il collega ed amico Dott. Alberto Credi per i suoi utili suggerimenti e la realizzazione delle figure contenute in questa nota.