



LA BELLEZZA DELLE MOLECOLE

SCIENZA, CULTURA E SOCIETÀ IN PRIMO PIANO

MUSEOLOGIA

CHIMICA E COMUNICAZIONE

DIDATTICA INTERDISCIPLINARE

STORIA ED ETICA DELLE SCIENZE

ARTE E CULTURA

Anno 4 - N. 2 2025

LUGLIO 2025


aracne

Direttore

Luigi CAMPANELLA

Co-Direttore

Andrea MACCHIA

Comitato Scientifico

Riccardo CARLINI

Marco CASTRACANE

Stefano CINTI

Antonella COREA

Gian Luigi DE GENNARO

Vincenza FERRARA

Daniela FERRO

Bruno GIANFREDA

Fabrizio PASSARINI

Lucia TONIOLO

Capo Redattore

Pasquale FETTO

Istruzioni per gli autori

I singoli articoli e contributi per l'inserimento nel giornale sono sottoposti a valutazione da parte del Comitato Scientifico che ne valuta, preliminarmente, l'aderenza agli scopi e la conformità alle indicazioni tecniche per la preparazione dei manoscritti.

Tutti i contributi vanno inviati come allegati di e-mail indirizzate a:

– Luigi Campanella, luigi.campanella@uniroma1.it

– Pasquale Fetto, pasquale.fetto@didichim.org

Indicazioni tecniche per la realizzazione degli articoli e dei contributi:

– non devono avere una lunghezza prestabilita, ma è preferibile il formato long (5-10 cartelle) e short (1-4 cartelle); è prevista una rubrica periodica di News.

– formato A4. DOC, font Times New Roman 12 pt;

– figure formato JPEG o TIFF in risoluzione minima di 300 dpi.

– nel testo deve essere specificato l'inserimento delle figure; le figure e le didascalie devono essere riportate alla fine del contributo.

LA BELLEZZA DELLE MOLECOLE

SCIENZA, CULTURA E SOCIETÀ IN PRIMO PIANO

La materia naturale ed artificiale è fatta di molecole che rappresentano la capacità creativa di chi le ha prodotte, l'uomo o la natura, a partire dagli elementi. Conoscere queste molecole vuol dire conoscere quanto ci circonda, ma il processo di apprendimento è faticoso e richiede impegno.

Stimolarlo sul piano culturale, scientifico, artistico può rappresentare un significativo contributo: la bellezza di certo ha questa capacità attraendoci e coinvolgendoci e può così facilitare anche il rapporto con i giovani e con la scuola. La bellezza delle molecole diviene uno strumento di crescita della società attraverso la promozione della trasmissione e condivisione delle conoscenze. È un'opportunità che suggerisce la possibilità di sviluppare una nuova prospettiva per comprendere i messaggi multidisciplinari che il patrimonio culturale ci può fornire.

La ricerca è uno strumento al servizio della cultura e della bellezza per conservarle entrambe la prima attraverso le tecnologie digitali, la seconda attraverso le conoscenze sui materiali, sui meccanismi di degrado e sui processi di restauro e consolidamento.



ISBN
979-12-218-2107-9

PRIMA EDIZIONE
ROMA LUGLIO 2025

INDICE

- 7 Editoriale
 LUIGI CAMPANELLA
- 8 Oltre la regola di Bredt
 PASQUALE FETTO
- 12 Un uso insolito dell'olio in antico, produsse un risultato nell'arte
 DANIELA FERRO, CLAUDIO SUSANNA
- 21 Pace
 ROBERTO SOLDÀ
- 22 La natura educativa della Scienza: Chimica in poesia
 PASQUALE FETTO
- 26 LiBeRe e GeNiAli: l'alfabeto della materia
 SILVIA BOMBARDI
- 33 Appello di Scienziati per contrastare i tentativi di modifica della
 definizione di PFAS al fine di consentirne l'accesso al mercato: anche la
 struttura molecolare rischia la strumentalizzazione
 LUIGI CAMPANELLA

- 35 Etica ed Ambiente
PATRIZIA ROSCILLI
- 37 Bibbia, Teologia e Scienza
GIOVANNI DE MARIA

EDITORIALE

L'educazione alimentare é generalmente basata su considerazioni nutrizionali e ambientali, ma partendo dal titolo del nostro giornale vorrei introdurre l'elemento bellezza.

Molti dei componenti delle matrici alimentari di diritto incluse nella lista delle più preziose per l'alimentazione umana sono caratterizzati da molecole che conferiscono all'alimento proprio il carattere della bellezza.

Si pensi agli stupendi colori di alcuni vegetali, cangianti dal giallo all'arancione fino al rosso; si pensi alla frutta dall'amaranto delle fragole al verde dell'uva; si pensi al colo-

re del tuorlo d'uovo ed al bianco della mozzarella. I principi alimentari che conferiscono questi colori sono gli stessi che garantiscono all'alimento caratteri qualitativi e quantitativi di eccellenza, quindi colori di antiossidanti, vitamine, carboidrati.

Proprio da questa identità della bellezza dei colori con le molecole e di queste con l'alimentazione nasce il progetto che cercheremo di sostenere con articoli ad hoc finalizzati a creare un ponte della bellezza che unisca risorse alimentari e bellezze naturali.

Luigi Campanella

Oltre la regola di Bredt

Pasquale FETTO

pasquale.fetto@didichim.org

Già nel XIX secolo era noto che la canfora avrebbe potuto essere ossidata in acido canforico utilizzando l'acido nitrico.

Haller e Blanc pubblicarono una semisintesi di canfora da acido canforico, che, pur dimostrandone la struttura, non la sperimentarono.

La prima completa sintesi totale per l'acido canforico fu pubblicata da Gustaf **Komppa** nel 1903. Egli partì da ossalato di dietile e acido 3,3 dimetilpentanoico, che reagirono per la condensazione di **Claisen** dando l'acido dicheto-canforico.

Il commercio e l'impiego identificarono per secoli le **due specie di canfora**, tuttavia solo nella prima metà del 1800 la chimica poté stabilire che esse effettivamente corrispondevano a due composti con diverse formule grezze. Per il primo dei due composti $C_{10}H_{16}O$ fu conservato il nome *canfora*, per il secondo $C_{10}H_{18}O$ su proposta di Charles Frédéric **Gerhardt** fu chiamato *borneolo* (in quanto canfora proveniente dal Borneo).

Il chimico organico tedesco **Julius Bredt**, nel 1902 comunicò per la prima

volta che un doppio legame su una testa di ponte in idrocarburi piccoli causerebbe una tensione d'anello troppo elevata. **Si può ritenere che** un doppio legame sulla testa di ponte corrisponda a un doppio legame *trans* in un alchene: condizione che raramente si verifica nei composti ad anello con meno di 8 membri a causa della risultante tensione, poiché, come risultato della geometria che si viene a creare, la sovrapposizione degli orbitali atomici degli atomi di carbonio ibridati sp^2 coinvolti nel legame risulta troppo piccola per garantire un legame stabile. [1] Bredt fu il primo a determinare, nel 1893, la struttura corretta della canfora. La canfora, in certe reazioni, perdeva acqua trasformandosi nell'idrocarburo $C_{10}H_{14}$: poteva essere quindi un alcool.

L'idea d'una struttura biciclica pertanto era sempre sostenibile e, difatti, fu ripresentata da Armstrong nel 1878 ed espressa con la formula da Miller e Armstrong nel 1883, che intendevano spiegare una loro trasformazione della canfora in idrocarburi aromatici isomeri del paracimolo.

Kanonnikov rendeva noto che la rifrazione molecolare della canfora corrispondeva a quella d'un composto ciclico $C_{10}H_{16}O$ e suggeriva quindi di trasformare le formule monocicliche in bicicliche, sostituendo il doppio legame con un legame para.

J. Bredt nel 1885, modificando in tal modo la formula di **Kékulé**, ne deduceva per l'acido canforico ($C_{10}H_{16}O_4$) una struttura che gli parve spiegare i risultati delle sue ricerche sull'acido canforico prodotto di degradazione del primo; ma fu obiettato che la suddetta costituzione riavvicinava l'acido canforico all'acido succinico, mentre invece A. Baeyer (1893) rilevava nell'anidride canforica proprietà simili a quelle dell'anidride glutarica.

Continuando le ricerche sull'acido canforico, **Bredt** giunse ad identificarvi un acido $\alpha\cdot\alpha\cdot\beta$ trimetiltricarboallilico β -amminoisobutirrico, acido derivato dell'acido isobutirrico con la formula

$NH_2CH_2CH(CH_3)COOH$, ammise allora che la disposizione degli atomi di carbonio di questo β -amminoisobutirrico si conservasse nell'acido canforico, che così avrebbe assunto la fisionomia glutarica, e nella canfora stessa.

Per tale via si ebbe la formula che ancor oggi rappresenta nel miglior modo le reazioni di questa sostanza.

È evidente come questa formula si possa derivare da quella di **Kékulé**, portando sugli atomi di carbonio secondario e terziario che comprendono il doppio legame, rispettivamente l'atomo d'idrogeno del carbonio mediano dell'isopropile e la valenza carbonica che per tal modo si libera: il detto atomo di carbonio diviene un "ponte" fra quelle posizioni para del nucleo

esametileno che nel 1885 **Bredt** aveva unite con un legame semplice.

Meyer spiega le reazioni della canfora considerandola un ossido, per un altro decennio i nuovi fatti sperimentali sono interpretati o a favore del carattere d'ossido o di quello di chetone.

Mancava un reattivo per distinguere nettamente le due funzioni; alla fine, **Nägeli** lo scopre nell'idrossilammina e in tal modo si dimostra che l'ossigeno della canfora è chetonico, ciò fa della canfora un ossido della serie grassa in cui appaiono le catene laterali CH_3 e C_3H_7 del paracimene, che si formerà per azione dei disidratanti. Quasi contemporaneamente **Hlasiwetz** propone una formula in cui sostiene nuovamente la natura d'ossido della canfora, ammettendo che l'ossigeno si trovi in una catena laterale d'un nucleo esametileno già formato.

È bene ricordare che l'idea di chiudere sul nucleo la catena C_3H_7 era già stata prospettata da G. **Oddo** nel 1891 per spiegare le varie trasformazioni della canfora in idrocarburi aromatici (Figura 1).

Figura 1.
Struttura
del



La nuova formula non fu accolta senza contrasti; l'esperienza aveva insegnato come nel campo di ricerca della canfora si andasse spesso incontro a trasposizioni intramolecolari. Non si poteva quindi ammettere senz'altro

con **Bredt** una relazione semplice fra la canfora e l'acido canforico e tra questo e il canforonico, tanto più che i due ultimi si ottenevano appunto in condizioni favorevoli al prodursi delle temute trasposizioni, e furono discusse altre formule di struttura da **Gillet** nel 1894, da **Tiemann** nel 1895, da **Wagner** nel 1896, da **Perkin** e **Bouveault** nel 1897, da **Cazeneuve** nel 1897, ecc.

L'insieme dei fatti esposti definisce quindi questa sostanza come un *trimetil- (1, 7,7) biciclo- (1, 2, 2) eptanon-2*, secondo la sistematica dei composti biciclici proposta da A. v. **Baeyer** nel 1900; o anche come *p-mesotilen- (1,2,3 trimetilcicloesanon-3*, secondo quella proposta da J. Bredt nel 1918.

La produzione di acido canforico era possibile mediante la metilazione con ioduro di metile¹ unitamente ad una procedura complicata di riduzione proposta da Kekulé. William **Perkin** pubblicò un'altra sintesi poco tempo dopo. Già in precedenza alcuni composti organici (come ad esempio l'urea) erano stati sintetizzati in laboratorio, ma la canfora era un prodotto naturale scarsamente disponibile e con una forte richiesta in tutto il mondo. Komppa se ne rese conto e iniziò la produzione industriale di canfora in Tainionkoski, Finlandia, nel 1907.

La determinazione della formula di struttura della canfora richiese l'impegno e la ricerca di molti chimici, fra i

quali Kekulé (insegnante di Bredt), Armstrong, Miller, Kanonnikov, Baeyer, Gillet, Tiemann, Wagner, Perkin, Bouvitz e l'italiano G. Oddo. (Figura 2)

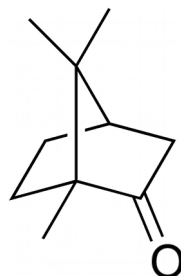


Figura 2. Struttura della canfora

In una pubblicazione, infine codificata nel 1924, la regola di Bredt è, come già detto, una conseguenza del fatto che un doppio legame su una testa di ponte in idrocarburi piccoli causerebbe una tensione d'anello troppo elevata.[2]

La **regola di Bredt**, è sostanzialmente una "*legge empirica*", nella quale si afferma che, in piccole molecole bicicliche composte da due anelli che condividono atomi, come alcuni tipi di alcheni. **Tra due atomi di carbonio non possono formarsi connessioni stabili nella posizione della testa di ponte**, ovvero nel punto in cui gli anelli si uniscono. La tensione angolare fa sì che non possa essere presente un doppio legame su nessuno dei due atomi a testa di ponte, a meno che l'anello principale non sia sufficientemente grande.

L'osservazione di Bredt in base alla quale alcune molecole in cui erano presenti gruppi di atomi di carbonio disposti in una struttura non planare

1. (la metilazione si riferisce nello specifico alla sostituzione di un atomo di idrogeno con il gruppo metile)