a cura di Elena Strocchi - Dipartimento di Chimica Organica "A. Mangini"
Università di Bologna - strocchi@ms.fci.unibo.it

WORKSHOP PER L'IMMAGINE DELLA CHIMICA
PARTE 1

L'incontro, svoltosi lo scorso novembre a Roma, ha favorito un intenso scambio tra i presenti e costituito un punto di partenza per ulteriori iniziative e sforzi mirati a comunicare un'immagine positiva e realistica della chimica.

Lo scorso 26 novembre, si è svolto a Roma presso il Museo della Chimica dell'Università "La Sapienza" il workshop per l'immagine della chimica, organizzato dalla Società Chimica Italiana, attraverso la sua commissione dedicata al tema e coordinata da Giorgio Cevasco. Durante l'incontro, moderato da Luigi Campanella, presidente della SCI, i relatori hanno illustrato alcuni ruoli, ambiti e coinvolgimenti della chimica, hanno presentato alcune iniziative, soprattutto divulgative, rivolte a studenti di scuole inferiori e superiori e a un pubblico fuori del mondo scientifico, organizzate in varie parti d'Italia con lo scopo di far conoscere ad un pubblico di non addetti ai lavori le innumerevoli e straordinarie applicazioni della chimica. Tutte le iniziative sono anche un momento per riflettere su ruolo e immagine della chimica nella società attuale, ma anche recuperare e promuovere un'immagine della chimica vista come scienza della quotidianità, preziosa e fondamentale per lo sviluppo della società futura oltre che indispensabile per aiutare a migliorare la qualità della vita.

Luigi Campanella ha introdotto la riunione ricordando che tra gli sforzi più importanti che la Società Chimica Italiana sta compiendo c'è quello di superare e oscurare progressivamente un'immagine falsa della chimica per cercare di sovrapporre ad essa una più vera e vicina ai cittadini e all'economia.

Come la chimica sostenibile ci insegna, questa nuova e vera immagine della chimica tiene conto anche della qualità della vita, tenendo in considerazione anche le generazioni future, che dovranno poter avere standard di vita non compromessi da un nostro uso improprio delle risorse. La chimica è l'alleato insostituibile per conseguire tale traguardo e questo messaggio deve essere trasmesso in modo chiaro e comprensibile alla gente e soprattutto ai giovani.

Campanella ha ricordato come la chimica sia infatti una scienza molto discussa, per la quale il carattere dei suoi due volti ne evidenzia contemporaneamente sia gli aspetti positivi che quelli negativi. E mentre i primi sono da ricondurre alle potenzialità della ricerca chimica colte ed opportunamente sfruttate dai ricercatori, i secondi derivano solo da usi ed applicazioni impropri di questa scienza, e la cui responsabilità ricade più sull'uomo che sulla scienza; la disinvoltura con cui - da alcuni - sono stati sacrificati a pure esigenze di mercato, valori preziosi come l'ambiente e la salute purtroppo possono giustificare anche questa cattiva immagine della chimica.

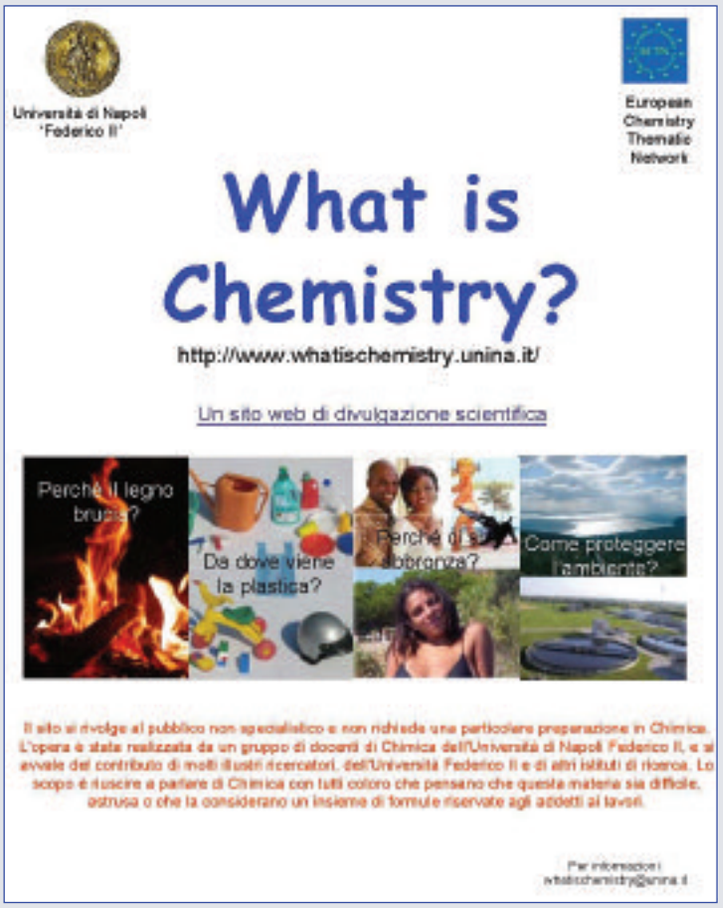
Oggi però la chimica aiuta la società nelle sue diverse attività e campi (sanità, agricoltura, alimentazione, beni culturali, ambiente, produzione). In questi settori la chimica sta anche impegnando importanti sforzi per mettere a punto sistemi e metodi di studio e controllo sempre più sofisticati e miniaturizzati, capaci di essere automatizzati, finalizzati alla comprensione dei fenomeni di disfunzione dell'organismo, di trasferimento di inquinanti ambientali ed alimentari nel sistema metabolico umano, ma anche di operare *in situ*, di aiutare indagini investigative, di misurare concentrazioni di inquinanti sempre più basse.

La ricerca interdisciplinare come strumento metodologico: il ruolo della chimica

Nel suo intervento Valeria Mosini (Dipartimento di Chimica, Università di Roma "La Sapienza") ha illustrato il workshop "La ricerca interdisciplinare come strumento metodologico: il ruolo della chimica", svoltosi presso il Dipartimento di Chimica lo scorso 5 dicembre. Il workshop illustrava le potenzialità della chimica nel chiarire aspetti concettuali, filosofici e metodologici di competenza di altre discipline, fornendo strumenti analitici, e rappresentando un punto di riferimento e confronto. Dopo un'introduzione di Luigi Campanella sono intervenuti Guido Cimino, Valeria Mosini, Alberto Oliverio e Giovanni Villani. Scopo dell'evento è stato quello di cominciare un discorso interdisciplinare che mettesse in comune specialismi diversi con il proposito di raggiungere una sintesi nuova rispetto a quelle realizzate all'interno dei singoli specialismi. La chimica è stata al centro di questo progetto con alcuni suoi aspetti offerti in ambiti di competenza di altre discipline e che ricevono abitualmente scarsa attenzione: 1) teorico e concettuale (Villani); 2) filosofico (Cimino + Oliverio); 3) metodologico (Mosini). Il contributo di Villani dimostrava, attraverso una ricostruzione storica, che concetti come quelli di 'sistema', 'struttura' e 'organizzazione' - che hanno assunto un ruolo chiave nella visione scientifica della seconda metà del XX secolo con l'emergere di nuovi paradigmi come quelli relativi alle "scienze della complessità" e alla "teoria generale dei sistemi" - hanno avuto origine nel lavoro concettuale e teorico dei chimici del diciannovesimo secolo. I contributi di Cimino e Oliverio sviluppavano, nel confronto tra psicologia e neuroscienze, il tema filosofico del rapporto tra discipline 'fenomenologiche' e discipline 'fondamentali' e del loro rispettivo stato epistemologico. È questo un tema ampiamente trattato nella chimica tramite il confronto con la fisica e con la biologia, un confronto che ha evidenziato come la valutazione di quel rapporto dipenda dal contesto, della scoperta o della giustificazione delle teorie, nel quale lo si considera. Il contributo di Mosini allargava e approfondiva un'indagine che metteva a confronto la chimica, in rappresentanza delle scienze naturali, con l'economia. Il confronto si riferiva al ruolo attribuito all'evidenza nella formulazione e nella verifica delle teorie scientifiche ed era volto a discutere se l'affermazione di 'scientificità', così spesso ribadita per l'economia moderna, abbia qualche base o sia puramente pretestuosa.

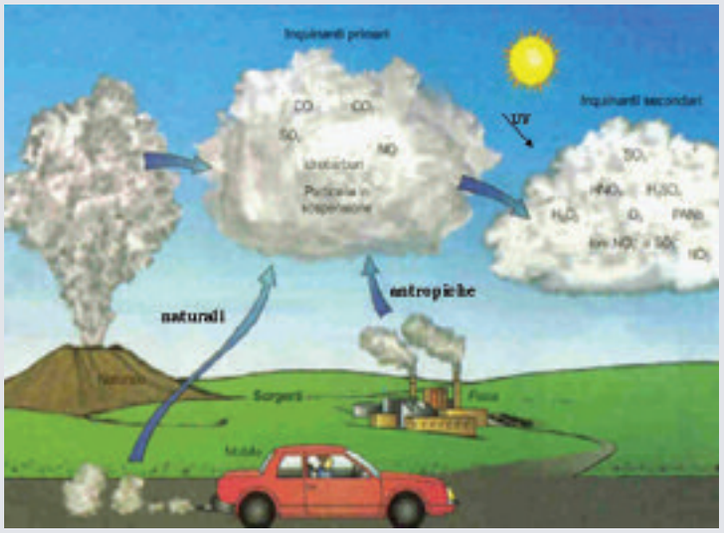
"What Is Chemistry": un sito web per il pubblico che non sa la chimica

Gustavo Avitabile (Università di Napoli) ha presentato un sito web, visibile all'indirizzo www.whatischemistry.unina.it/, allestito dall'Università "Federico II" di Napoli, con il contributo di ECTN, che vuole rispondere all'esigenza di un pubblico generale, senza alcuna preparazione scientifica, perché possa trovare un sito dove si parli di chimica in modo comprensibile e in termini corretti. Il sito discute di



numerosi argomenti di chimica, sia di contenuto scientifico-teorico, sia applicativo. Tutte le sezioni sono scritte da autori scientificamente qualificati, per assicurare non solo l'assoluta correttezza, ma anche l'aggiornamento dei contenuti. La scommessa è stata quella di riuscire a parlare di argomenti che per molti sono difficili, in termini comprensibili da chiunque. Fra i concetti teorici, è affrontata la discussione sugli oggetti non identici alla loro immagine speculare. Questo problema, che i chimici chiamano stereoisomeria, è presentato con esempi del mondo comune, come le mani o la scala a chiocciola. Fra i temi applicativi, ricordiamo la presentazione delle applicazioni della plastica e l'ampia discussione sul suo riciclo. Molto spazio è dato all'aspetto chimico dei fenomeni della vita. Tutte le discussioni sono inviti a conoscere meglio una materia giudicata erroneamente arida e astrusa, per vederne l'interesse e l'utilità nella vita di ogni giorno, che aiuti a diffidare dei discorsi che la presentano in modo pregiudizialmente negativo, spesso scritti da persone la cui ignoranza sull'argomento è evidente ad ogni persona del settore. Il sito non vuole essere più che un invito: le diverse presentazioni infatti non sono sufficienti per studiare a fondo gli argomenti trattati. Destinatari del discorso sono tutti gli interessati a sentire il punto di vista dei chimici sulla chimica.

Il sito non è di interesse solo per l'Italia, ma per tutta l'Europa e per il mondo. Per questo è completamente bilingue, in italiano e inglese.



I piani di risanamento della qualità dell'aria: il ruolo del chimico

Come ha illustrato Patrizia Bonanni (ISPRA - Dipartimento Stato dell'Ambiente, Roma) la Direttiva 96/62/CE (Direttiva 1996/62/CE del Consiglio del 27 settembre 1996 in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente - G.U. L 296 del 21/11/1996), recepita in Italia tramite il D.Lgs. n. 351 del 4 agosto 1999 (Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente - G.U. 13 Ottobre 1999, n. 241), definisce i criteri per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente e individua nelle Regioni e Province autonome i soggetti responsabili di tali procedimenti. Nei casi in cui i livelli di concentrazione in aria degli inquinanti normati siano maggiori del valore limite, le Regioni e le province autonome hanno l'obbligo di adottare un piano o un programma di risanamento (art. 8, D.Lgs. 351/99) per il raggiungimento dei valori limite entro i tempi stabiliti dal D.M. n. 60 del 2 aprile 2002.

Nel processo di preparazione di un piano di risanamento il punto di partenza è rappresentato dalla fase conoscitiva, che comprende l'analisi del quadro normativo, delle caratteristiche del territorio, comprese condizioni climatiche e meteorologiche tipiche, dei fattori di pressione antropica mediante la stima quantitativa delle emissioni presenti nell'area e della loro distribuzione sul territorio. L'inventario delle emissioni è costituito da una serie organizzata di dati relativi alla quantità degli inquinanti introdotti in atmosfera da attività antropiche e da sorgenti naturali. Tali dati sono localizzati sul territorio attraverso opportune tecniche di georeferenziazione. La seconda fase, fase valutativa eseguita sia mediante misure puntuali di concentrazione effettuate dalla rete di monitoraggio che mediante l'applicazione di modelli matematici di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, ha lo scopo di individuare e suddividere in zone il territorio al fine di stabilire il regime di monitoraggio e la modalità di gestione della qualità dell'aria. La caratterizzazione del territorio e la valutazione dell'inquinamento atmosferico devono portare, attraverso un sistema modellistico di previsione della qualità dell'aria, alla successiva valutazione delle tendenze, mediante la simulazione dell'evoluzione della concentrazione in aria degli inquinanti date certe condizioni meteorologiche e certi input emissivi. L'analisi delle tendenze, eseguita quindi attraverso la valutazione modellistica di scenario, rappresenta la fase propositiva del processo. Essa deve contenere gli elementi necessari per:

- individuare gli obiettivi di riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera necessari a conseguire il rispetto dei limiti di qualità dell'aria;
- indicare le misure "di risanamento" attraverso le quali la regione/provincia autonoma conta di raggiungere tali obiettivi. Le misure da individuare potranno essere di tipo economico/fiscale (sgravi, incentivi), di tipo tecnico (utilizzo di tecnologie a minor impatto), o anche di tipo informativo (campagne di sensibilizzazione);
- quantificare i benefici sulla qualità dell'aria derivanti dall'applicazione delle misure di risanamento e il tempo stimato per raggiungerli.

Da quanto riportato appare evidente come la gestione della qualità dell'aria in generale, e la stesura di un piano di risanamento in particolare, rappresentino proprio per la loro complessità e varietà di tematiche coinvolte un ottimo esempio di sinergia di competenze diverse che possono essere efficacemente coordinate dalla figura di un chimico.

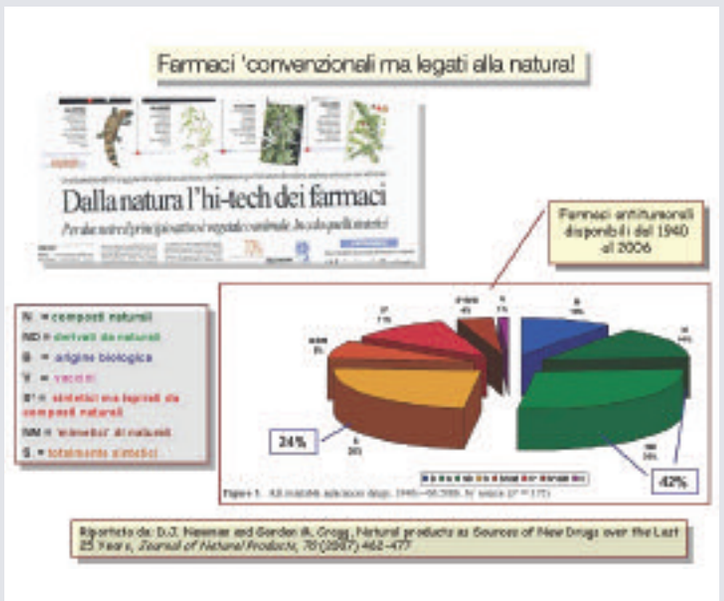
Chimica e natura per uno sviluppo sostenibile

Corrado Tringali (ISPRA - Università di Catania) ha esordito con un quesito: "Chimica & Natura: Una relazione pericolosa?" Il WWF, nel 2004, a questa domanda rispondeva con sicurezza di sì, presentando un rapporto che denunciava i 'gravissimi danni delle sostanze chimiche su ambiente e animali'; in realtà al posto di 'sostanze chimiche' andava scritto 'sostanze nocive': ma il termine 'chimico' viene spesso utilizzato come equivalente di 'sintetico' e soprattutto come l'opposto di 'naturale'! Questo è un esempio, ma naturalmente se ne potrebbero citare altri, così come si potrebbero citare i molti luoghi comuni in cui la parola 'chimica' non è usata come sostantivo e con riferimento ad una scienza, ma riferito a qualcosa che si reputa 'nocivo', 'tossico', o nel migliore dei casi 'non-naturale': tipico è l'uso per indicare gli additivi alimentari indicati come 'chimici', anziché col termine corretto 'sintetici' anche se vi sono molti additivi 'naturali al 100%', come la vitamina C (E 301), la vitamina E (E 307) o il colorante rosso (E 160) ricavato dal peperoncino! Si trascura anche il fatto che molti composti naturali sono estremamente tossici, come alcune tossine prodotte da cianobatteri o le aflatossine prodotte da funghi che contaminano le derrate alimentari. In tutta Europa si assiste, ormai da decenni, alla riduzione progressiva delle iscrizioni universitarie nei Corsi di Chimica e Chimica Industriale (così come del resto avviene per i corsi di Fisica e Matematica); ma ogni società moderna ha bisogno di chimici, in grado di studiare e scoprire

nuovi farmaci, nuovi materiali, nuove sostanze 'utili' e anche per trovare alternative non inquinanti alle sostanze 'di sintesi' attualmente in uso. Molte di queste alternative possono essere ricavate da fonti naturali.

I composti naturali nella storia della chimica

Oggi occorre contrastare l'idea errata che la chimica non abbia niente a che fare con la Natura. Secondo alcuni autori, l'origine stessa della parola 'chimica' - collegata alla parola 'alchimia' e all'antico termine 'khemeia' - deriverebbe dal greco 'khumos', cioè 'succo di piante'; la chimica altro non sarebbe che l'arte di estrarre i succhi dalle piante', ovvero la materia di cui si occupano i moderni 'chimici delle sostanze naturali'. Testimonianze relative alla medicina tradizionale cinese, risalenti a 2000 anni prima di Cristo, citano piante come il podofillo, il ginseng, l'efedra, lo stramonio, da cui in tempi recenti sono stati ottenuti importanti composti chimici con attività farmacologica. Nel papiro di Ebers (1500 a.C.) vengono elencate sostanze naturali che gli antichi Egizi utilizzavano a scopo medicinale, e fra queste l'estratto di foglie di salice viene citato come antifebbrile; 3.000 anni dopo i chimici hanno identificato il principio attivo del salice, hanno sintetizzato l'acido salicilico e infine l'aspirina (1899), uno dei farmaci più utilizzati al mondo. I composti naturali occupano un posto di rilievo nella storia della chimica: fra le tante citazioni possibili, si può ricordare il premio Nobel a Butenandt e Ruzicka (1939) 'per il loro lavoro sugli ormoni sessuali': a partire da questo, nel 1951 Djerassi riuscì a ottenere un analogo sintetico del progesterone, il principio attivo della moderna 'pillola anticoncezionale'. Nel 1947 un altro premio Nobel fu assegnato a Robinson 'per i suoi studi sui prodotti di interesse biologico ottenuti da piante, e in particolare gli alcaloidi': sono alcaloidi alcuni fra i più efficaci antitumorali oggi noti, come la vincristina o il taxolo.



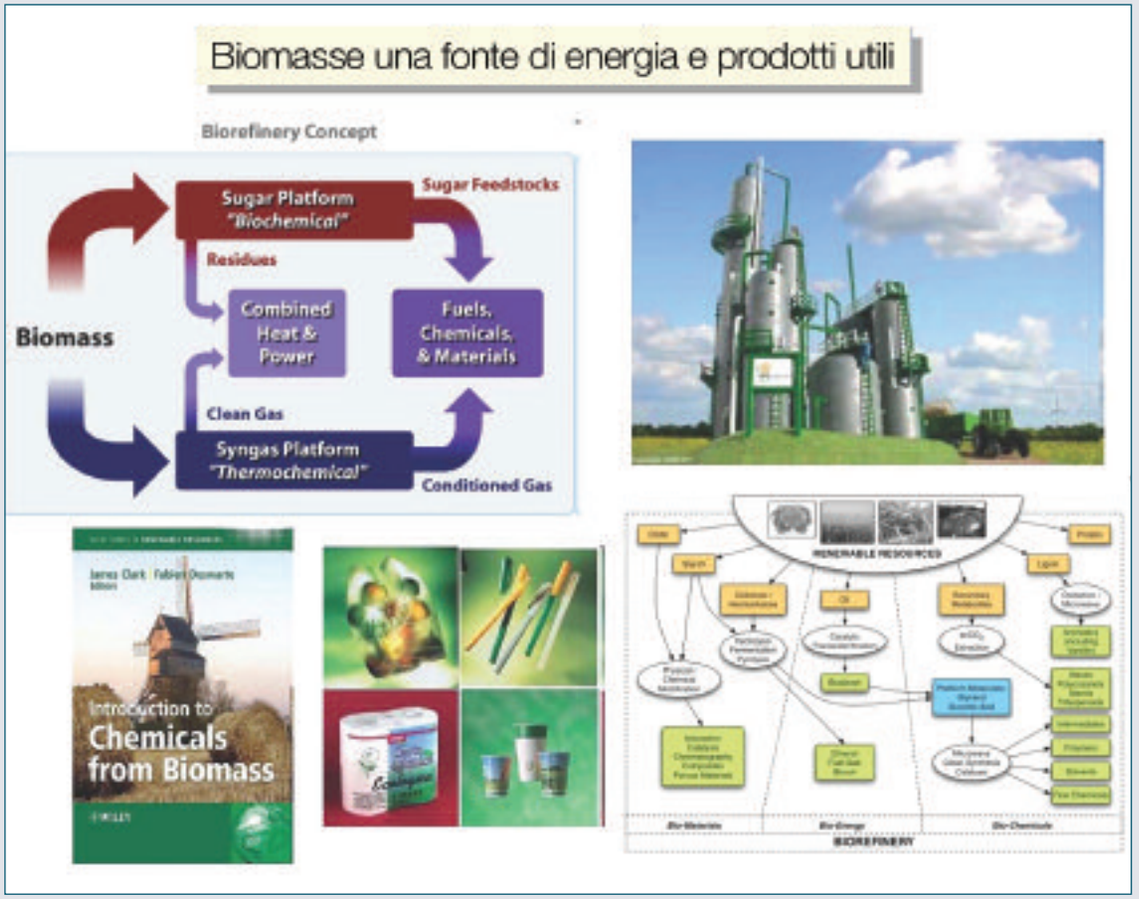
Lezioni di chimica dalla natura: molecole 'utili'

Possiamo imparare quotidianamente dalla Natura: i chimici sono in grado di identificare, caratterizzare, studiare e migliorare molecole 'utili' presenti in fonti naturali. Oggi è molto alta l'attenzione verso i cosiddetti 'nutraceutici', composti benefici contenuti in alimenti e bevande: sono tali, ad esempio, l'acido α-linolenico che ha proprietà cardioprotettive, o alcuni costituenti dell'aglio fresco, come il diallisolfuro, che ha proprietà antitumorali. Sono sempre più spesso citati gli antiossidanti, una categoria di composti naturali che contrastano i danni provocati al nostro organismo dai 'radicali reattivi': questi sono presenti in molti frutti e ortaggi; il pomodoro, ad esempio, è ricco di licopene, l'uva è ricca di quercetina, molti frutti rossi contengono la cianidina glucoside. Anche l'olio d'oliva è ricco di sostanze benefiche e fra queste quella scoperta più di recente è l'oleocantale, un potente antinfiammatorio! I casi di molecole utili ottenute da fonti naturali sono innumerevoli e un ampio spazio andrebbe dedicato agli antibiotici, che, a partire dalla penicillina, hanno permesso di controllare gravi malattie infettive. Anche l'artemisinina, un efficace antimalarico, è stato ottenuto da una pianta, l'*Artemisia annua*, da sempre utilizzata nella medicina cinese. Un altro esempio di molecola 'utile' è il metoprene, un insetticida per combattere gli scarafaggi derivato dall'ormone della muta del baco da seta. Vanno citate anche le numerose sostanze biologicamente attive ottenute da organismi marini: fra queste la tetrodotossina ricavata dal pesce palla, che è stata impiegata per studi biochimici.

Verso una chimica 'ecosostenibile'

Il compito che si è dato, a livello internazionale, il settore della Green Chemistry è quello di sviluppare una chimica che non sia nemica dell'ambiente. Fra i suoi principi fondanti vi è quello di favorire l'impiego di materie prime rinnovabili e prodotti chimici biodegradabili; queste caratteristiche si adattano perfettamente ai composti naturali, ai biomateriali, e a quei catalizzatori naturali che sono gli enzimi. Sono già nelle nostre case, come componenti di insetticidi industriali, le pietrine ottenute dal crisantemo africano o i loro analoghi semisintetici. I progressi della biocatalisi hanno permesso di effettuare reazioni chimiche con elevate rese a temperature relativamente basse e senza sottoprodotti tossici, ma anche di ottenere in modo selettivo farmaci anti-AIDS. Negli ultimi venticinque anni, d'altronde, la maggior parte dei farmaci venduti in farmacia ha origini direttamente o indirettamente legate a fonti naturali.

La frontiera verso il futuro sembra essere rappresentata dalle 'bioraffinerie' dove da biomasse rinnovabili, che potrebbero essere anche scarti agro-industriali, potranno essere ottenute sia risorse energetiche che prodotti chimici utili. Nel laboratorio del professor Tringali, ad esempio, sono state ottenute frazioni arricchite in polifenoli, con potente attività antiossidante, a partire dagli scarti della vinificazione; due Istituti CNR hanno sviluppato un progetto per produrre plastica biodegradabile dagli scarti di lavorazione del pomodoro.



In un articolo apparso su *Journal of Chemical Information and Computer Science* vengono confrontati, con criteri informatici, insiemi di prodotti ottenuti da sintesi combinatoriale, composti naturali e farmaci. La maggiore varietà strutturale, di gran lunga superiore a quella dei prodotti di sintesi, si osserva per i composti naturali. Ciò non stupisce in quanto i composti di origine naturale sono frutto di un percorso evolutivo di milioni di anni.

La relazione fra chimica e Natura non può essere definita quindi come pericolosa, ma semmai 'speciale'. La 'chemodiversità' dei composti naturali costituisce il livello molecolare della biodiversità, una risorsa che tutti quanti, ma i chimici in particolare, devono conservare per le generazioni future.

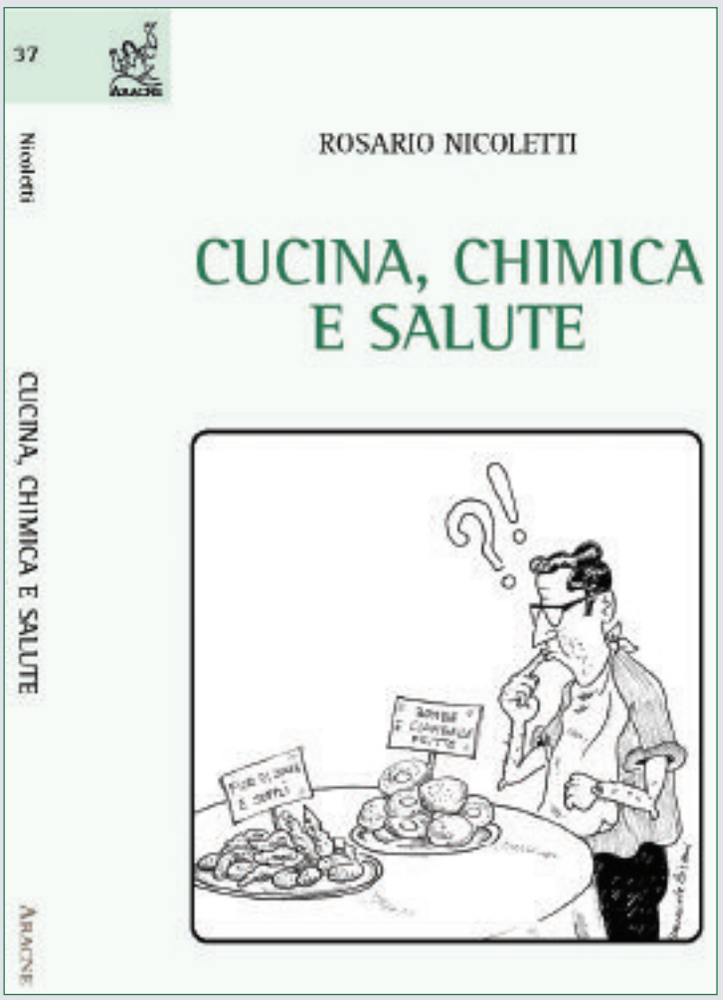
Chimica spettacolare nel museo di chimica

Michele Debegnac (Università di Roma "La Sapienza") ha evidenziato come l'insegnamento della chimica ponga una serie di problemi di non facile soluzione in quanto richiede agli allievi abilità logiche e di sintesi, conoscenze di matematica e fisica, ma soprattutto presume una familiarità con le trasformazioni della materia che dovrebbe giustificare la loro curiosità di conoscere le soluzioni proposte alle problematiche incontrate. È proprio questa invece la causa più evidente della difficoltà di incontro con la chimica. Mentre le altre scienze trattano argomenti in qualche modo patrimonio comune (la velocità, la caduta dei gravi, ecc.) i processi chimici riguardano invece fenomeni, sostanze (gli elementi e le sostanze pure), reazioni, comportamenti spesso molto lontani dall'esperienza quotidiana e confinati nei laboratori per cui diventa indispensabile una fase di "alfabetizzazione" chimica in cui l'uso sistematico del laboratorio rappresenta lo strumento insostituibile per fornire la conoscenza di quelle fenomenologie e comportamenti della materia sui quali esercitare le capacità logiche degli studenti. I genitori degli studenti non sapevano neanche cosa facessero i loro figli nelle ore trascorse nel laboratorio di chimica. È per rispondere a questa esigenza che si è pensato di costruire con gli studenti il primo spettacolo di chimica con l'obiettivo di far sapere ai genitori cosa c'è nel laboratorio, come ci lavorano gli studenti, come ci lavorano i chimici. Da subito il pubblico interessato si è rivelato molto più ampio del previsto. Sono stati portati sul palcoscenico gli esperimenti normalmente eseguiti in laboratorio, ma via via arricchiti da quelli presentati nelle università e musei statunitensi (Alyea e Shakhashiri), a Londra, Parigi, Monaco di Baviera, ma anche quelli eseguiti da Franklin

o quelli storici, sfiorando l'alchimia e i grandi del passato, come lo stesso Lavoisier. Lo spettacolo comincia tradizionalmente con grandi striscioni di carta bianchi dai quali compaiono magicamente scritte colorate spruzzando opportuni rivelatori, scritte che cambiano di lingua o di significato quando vengono spruzzati altri rivelatori. Seguono poi gli esperimenti, tutti presentati con un'attenzione prevalente all'aspetto estetico, alla curiosità, all'imprevedibilità. Le reazioni che avvengono sul palcoscenico sono sempre spiegate con rigore scientifico, un rigore che non viene meno neanche quando si ricorre a fumetti e a personaggi improbabili. Le spiegazioni si avvalgono di reazioni, tabelle, grafici visualizzati su grande schermo ed il presentatore semplifica per il pubblico più giovane o meno preparato. Tuttavia è stato ritenuto irrinunciabile mettere sotto gli occhi di tutti la spiegazione fornita dai simbolismi chimici, perché è una testimonianza forte del modo in cui le cose osservate sono poi controllate dalla chimica.
Le considerazioni degli organizzatori e il lavoro svolto sono consultabili sul sito www.chimicaspettacolare.it, sito in crescita e aperto a quanti vorranno visitarlo e contribuire.

Cucina, chimica e salute

Rosario Nicoletti (Aracne Editrice) ha spiegato che si scrive un libro per raccontare ad altri le proprie sensazioni e i propri pensieri. Un chimico che entra ed opera in una cucina non può fare a meno di riflettere sulle trasformazioni che avvengono quando si preparano dei cibi: queste riflessioni sono l'oggetto del libro "Cucina, Chimica e Salute", da lui scritto ed edito da Aracne. Vi sono illustrati in modo semplice i processi chimici e fisici che avvengono nella cottura, l'influenza che le trasformazioni in questa fase hanno sulla composizione degli alimenti e quali sono le conseguenze sulla salute dei consumatori. Vengono esposti concetti della Chimica, legandoli agli aspetti pratici, facendoli diventare suggerimenti per una buona cucina. Dopo un inizio dedicato ad una rassegna dei vari alimenti, al loro ruolo nutrizionale ed alle possibili alterazioni, si passa a considerare la cottura e le trasformazioni che subiscono grano e cereali, ed alle conseguenze sulla digeribilità. Si tratta poi la cottura in pentola, si discute della cottura di pasta, riso, verdure, cereali, qualità delle paste, e preparazione dei "bolliti", mettendo in relazione i "tagli" della carne con il contenuto di sostanze che rendono gradevole il sapore dei brodi. Un intero capitolo è dedicato alla cottura ed alla preparazione delle carni e vengono discussi gli aspetti chimici delle trasformazioni che questo alimento subisce, in presenza o meno di antiossidanti, e la possibile incidenza sulla salute. Una parte è dedicata alla cottura nel forno. Vengono poi esaminati in dettaglio i vari aspetti delle frittura: la scelta dei grassi più adatti, le condizioni nelle quali operare, il razionale che vi è dietro la preparazione dei cibi da friggere, luci ed ombre di questo modo di cucinare alimenti molto gradevoli al palato. Un altro capitolo è dedicato ai metodi non tradizionali di cottura: pentola a pressione, microonde, grill, cottura a vapore, con un esame dei pregiudizi e delle verità che circolano su questi metodi di preparazione dei cibi. Salse e creme sono accomunate per la loro natura di emulsioni o di gel. Nello stesso capitolo si citano le salse più famose, non trascurando gli aspetti pratici: ad esempio, come domare una maionese impazzita. Le bevande più popolari - tè, caffè, vino - sono l'occasione per sorridere sulle usanze degli italiani ed anche per discutere verità e leggende sugli effetti di queste bevande. Il capitolo si conclude trattando dell'olio di oliva, tipico ingrediente della dieta mediterranea ed è l'occasione per trattare di questa dieta, il cui razionale poggia sugli argomenti anche chimici trattati nel libro.
L'ultimo capitolo è dedicato alle attrezzature della cucina ed alla loro pulizia. Si parla così dei metalli dei quali sono costituite le pentole e dei detergenti utilizzati. A proposito di detergenti e saponi non può essere ignorato il concetto di acidità e basicità e come le caratteristiche acide o basiche rendano i saponi più o meno accettabili. In sintesi, il libro è una raccolta dei pensieri e delle riflessioni di un chimico, quando questi si cimenta nella preparazione dei cibi.



Ringraziamenti: Si ringrazia Giancarlo Capobianco di ANCEA (Associazione Nazionale Chimici ed Ecologisti per l'Ambiente) per i tre filmati dell'evento eseguiti e messi a disposizione sul sito www.anceachimici.it/workshopchimica1.wmv; www.anceachimici.it/workshopchimica2.wmv; www.anceachimici.it/workshopchimica3.wmv.