

bimestrale,  
dicembre  
2021

ISSN 0036-4681 - ISBN 978-88-220-9452-0 - Anno 88°, n. 6 / € 8,00

# Sapere

idee e progressi della scienza

 edizioni  
Dedalo



## **CRIPTOVALUTE**

L'oro dei nerd: la blockchain  
e il futuro del denaro

## **RADIOTERAPIA**

L'effetto FLASH: verso una nuova  
radioterapia contro i tumori

## **CHIMICA FARMACEUTICA**

L'intelligenza artificiale per la  
scoperta di nuovi farmaci

**EDITORIALE****Transizione: ce la faremo?**

di Nicola Armaroli

5

**SATELLITE**

news a cura di Luigi Minervini

6

**ARTICOLI****CRIPTOVALUTE****L'oro dei nerd: la blockchain e il futuro del denaro**

di Alessandro Panconesi

10

**RADIOTERAPIA****L'effetto FLASH: verso una nuova radioterapia contro i tumori**

di Leonida Antonio Gizzi e Maria Grazia Andreassi

16

**CHIMICA FARMACEUTICA****L'intelligenza artificiale per la scoperta di nuovi farmaci**

di Fulvio Ciriaco e Orazio Nicolotti

22

**STORIA DELLA SCIENZA****BAND-AID, un centenario appiccicoso**

di Eleonora Polo

28

**CHIMICA & SOCIETÀ****L'esempio del DDT: quando la chimica scrive la storia**

di Riccardo Lucentini

34

**SCIENZA A SCUOLA****Come fare il sapone in classe**

di Luigi Cenerelli

40

**STORIE DI SCIENZA****La generazione spontanea:****topi, mosche e scorpioni**

di Vincenzo Palermo

42

**RUBRICHE****TERRA, TERRA!****Isole Canarie: la "vecchia vetta" si è risvegliata**

di Alina Polonia

44

**FISICA? UN GIOCO****D'oh!**

di Federico Benuzzi

45





**HOMO MATHEMATICUS**

Girini che si aggirano

di Roberto Natalini

46

**SPAZIO ALLA SCUOLA**Manifesto per la protezione dello *storytelling*

di Stefano Sandrelli

47

**COSCIENZIAT@**

Salute o fossile

di Marco Cervino e Cristina Mangia

48

**LA FORMULA**

Uno scherzo della natura

di Tommaso Castellani

49

**INNOVAZIONE 4.0***Space economy*

di Paolo Berra

50

**MOLECOLE IN CUCINA**Il "priestley" ... *c'est si bon!*

di Hervé This

51

**L'ISTINTO MUSICALE**

L'abito non fa il monaco

di Philip Ball

52

**NUMERI IN GIOCO**

Lezioni D'Amore

di Ennio Peres

53

**■ SCIENZA LIGHT****LIBRI**

54

**IL RACCONTO****Apologia II**

di Tommaso Castellani

58

**BUFALE E MISTERI****Il mistero della tredicesima costellazione**

di Monica Marelli

60

**SCIENZA DA TAVOLO****L'alveare sul tavolo**

di Marco Signore

61

**GRAPHIC NOVEL****Niels Bohr**

di Marco Raffaele

62

**LA MAPPA**

Santi, poeti e navigatori

64

## SOMMARIO

# Come fare il sapone in classe

di Luigi Cenerelli

Il sapone è stato prodotto sin dall'antichità a partire da grassi di origine animale e carbonato di sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) o soda, estratta in forma impura dalla cenere di legno e utilizzata anche per la produzione del vetro.

Fu il medico e chimico francese Nicolas Leblanc, nel 1790, a realizzare un processo per ottenere la soda, impiegando come reagenti il cloruro di sodio ( $\text{NaCl}$ ), il calcare ( $\text{CaCO}_3$ ), l'acido solforico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e il carbone. Verso il 1865 i fratelli belgi Solvay avviarono la produzione di soda, utilizzando cloruro di sodio, ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) e anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ), soppiantando l'assai inquinante e costoso processo Leblanc.

Nel 1912, a Rosignano Marittimo in Toscana, iniziò la costruzione della prima fabbrica italiana di soda: il sito venne chiamato Rosignano Solvay. Nei pressi dello stabilimento è presente un tratto di litorale di circa 4 km chiamato "spiagge bianche", originate dal deposito progressivo dei residui di lavorazione.

All'inizio del XX secolo si giunse al perfezionamento della produzione di idrossido di sodio ( $\text{NaOH}$  o soda caustica), l'ingrediente chiave per creare il sapone solido. L'idrossido di potassio ( $\text{KOH}$ ) viene invece utilizzato per produrre saponi liquidi. Per fare il sapone, oltre ai grassi di origine animale, si possono utilizzare tutti gli oli vegetali, ad esempio di oliva, arachidi, cocco, colza, ravizzone, girasole, mais.

## Creare il sapone dall'olio di oliva

Nel mio Istituto, ormai da diversi anni, organizzo con le classi – in particolare le quarte del liceo scientifico, in coincidenza con lo studio della chimica organica – un laboratorio per la produzione di sapone solido vegetale a base di olio di oliva.

Sebbene i grassi siano solidi e gli oli liquidi a temperatura ambiente, entrambi hanno la stessa

struttura organica di base: sono formati fondamentalmente da miscele di triesteri del glicerolo, noti come trigliceridi. Gli esteri sono molecole prodotte dalla reazione, detta esterificazione, tra acidi e alcoli. L'olio di oliva è formato in massima parte da trigliceridi (95-98%), in particolare trioleina (70-85%), tripalmitina (10-18%), trilinoleina (7-12%), altri trigliceridi, acqua e sostanze insaponificabili. La trioleina deriva dall'esterificazione dei tre gruppi alcolici del glicerolo con altrettante molecole di acido oleico, acido grasso monoinsaturo della serie omega-9 (18C:1,  $\omega$ -9) con formula  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ .

L'idrolisi alcalina dei trigliceridi – ossia la reazione che, in ambiente acquoso e alla presenza di una sostanza alcalina come  $\text{NaOH}$ , rompe i legami interni di queste molecole – si svolge completamente e porta alla liberazione del glicerolo e del sale (in questo caso sodico) dell'acido grasso, che è detto sapone; il processo è quindi chiamato saponificazione.

La molecola del sapone è formata da una lunga catena apolare idrofoba (cioè non solubile in acqua) e da un'estremità polare idrofila (solubile in acqua) carica negativamente, in coincidenza del gruppo carbossilico. Quando le molecole del sapone vengono a contatto, in acqua, con residui di grasso, le loro catene apolari si legano al grasso, che è anch'esso idrofobo, e lasciano sporgere le estremità polari (idrofile) nella soluzione acquosa circostante. Le singole particelle di grasso non sono così più in grado di aggregarsi per la repulsione elettrostatica fra le estremità polari, e si forma un'emulsione stabile, che consente di allontanare facilmente il grasso con l'acqua.

## Materiali e procedimento

Negli anni 2016-2020, nell'ambito dei due progetti europei Erasmus+ *Act For A Positive World* e

*Green Teen Entrepreneurs*, ho realizzato nella mia scuola il laboratorio del sapone anche con docenti e alunni provenienti da diversi istituti europei.

Il laboratorio si svolge nell'arco di un paio d'ore. La classe viene divisa in gruppi, ognuno dei quali viene dotato dei seguenti ingredienti: 1 kg di olio di oliva, 128 g di soda caustica e 300 g di acqua; si possono eventualmente aggiungere 10 ml di olio essenziale (lavanda o altra specie). Occorrono inoltre una bilancia tecnica, un termometro, una pentola per il sapone, un recipiente per la soda, un cucchiaio, un frullatore a immersione, stampi per sapone in silicone (si può iniziare con tetrapak riutilizzato), piastra riscaldante o bunsen. Occorre molta attenzione nel maneggiare la soda caustica, vanno impiegati guanti e protezioni per gli occhi.

Per calcolare la quantità necessaria di NaOH occorre conoscere la composizione dell'olio utilizzato e ricordare che a una mole di trigliceride corrispondono tre moli di NaOH. Per l'olio di oliva, prendiamo ad esempio la trioleina, presente in media al 73% e con massa molare di 885,4 g/mol. Un chilogrammo di olio di oliva contiene circa 730 g di trioleina, che corrispondono a  $730 \text{ g} / 885,4 \text{ g/mol} = 0,824 \text{ mol}$ ; ricordando che la trioleina, come tutti i trigliceridi, deriva dall'esterificazione dei tre gruppi alcolici del glicerolo, occorre il triplo di moli di NaOH per ottenerne l'idrolisi alcalina e quindi il relativo sapone. Le moli di NaOH da considerare sono pertanto  $0,824 \text{ mol} \times 3 = 2,472 \text{ mol}$ , e sapendo che la massa molare di NaOH è pari a 40 g/mol, la massa da utilizzare è pari a  $2,472 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 98,88 \text{ g}$ . Ripetendo il calcolo anche per gli altri principali trigliceridi caratterizzanti l'olio di oliva e sommando le masse ottenute, si arriva a un valore di NaOH pari a circa 134 g per kg di olio di oliva. La soda caustica usata nel nostro laboratorio è inferiore ai 134 g così calcolati – i saponi parlano di “sconto della soda” – per esser certi che si consumi



tutta nel processo di saponificazione, senza lasciare pericolosi residui.

Circa un'ora prima di avviare l'attività, si deve preparare la soluzione caustica versando l'acqua nel recipiente e aggiungendo a poco a poco la soda: la temperatura della soluzione salirà rapidamente sino a circa 80 °C. Lasciate raffreddare, mettete l'olio nella pentola e scaldate lentamente, fino a circa 45 °C, aggiungete allora la soluzione caustica alla stessa temperatura.

Togliete la pentola dalla fonte di calore, mescolate

con il frullatore per circa 10 minuti (non di continuo), fino a quando, facendo colare la miscela, vedrete che resterà in superficie, senza più affondare. Aggiungete l'eventuale olio essenziale. Con il cucchiaio passate la miscela negli stampi premendo bene, per evitare la formazione di bolle d'aria. Lasciate gli stampi in un armadio a temperatura ambiente per due giorni, durante i quali si completerà la saponificazione. Una volta estratte le saponette dagli stampi, vanno stagionate per circa 6-8 settimane.

Il sapone può essere utilizzato per l'igiene personale, con l'accortezza di mantenerlo il più possibile asciutto. Come vedrete, questo sapone non produce molta schiuma; gli ingredienti finali sono glicerina, sali di acidi grassi dell'olio di oliva (soprattutto oleato, palmitato e linoleato di sodio), sostanze insaponificabili (squalene, tocoferoli e caroteni).

Si può anche svolgere con la classe un approfondimento sugli ingredienti di un comune sapone solido industriale, in particolare sul loro impatto ambientale.



Luigi si è laureato in Scienze Agrarie a Perugia, ha un master in Cultura dell'Alimentazione a Bologna, e ha svolto la professione di agronomo. Insegna nella scuola secondaria di II grado dal 2001, è docente di Scienze naturali dal 2007, e oggi è in servizio presso l'IIS "Giotto Ulivi" di Borgo San Lorenzo (Firenze).