



Società Chimica Italiana

La Chimica nella Scuola



Indice

- 5 Eitoriale
Luigi Campanella, Marco Taddia
- 9 Dalla copertina
È dolce. Ma non è zucchero.
Scoperta casuale ed etica intellettuale
Pasquale Fetto
- 15 Zero chimica, 100% naturale!
Miti e leggende su chimica e natura
Silvano Fuso
- 23 Scuola Secondaria di Secondo Grado (Triennio)
Determinazione contemporanea dello ione dicromato
e dello ione permanganato
Andrea Checchetti, Anna Barbara Secreti
- 39 Costruire i concetti nel contesto di appartenenza
Enrico Mansueti, Liberato Cardellini
- 65 La famiglia del Calcedonio.
Le quattro sorelle del pettorale di Aronne
Pasquale Fetto
- 72 Federchimica per la scuola
Luigi Campanella
Chi ha detto che la chimica non può essere divertente?
Come insegnare chimica con giochi ed esperimenti
- 75 Consiglio Nazionale delle Ricerche
Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica 2016

EDITORIALE

La storia della Chimica non tradisce il ruolo che la Storia in generale assolve come maestra per comprendere il presente e guardare al futuro nel modo corretto, superando pregiudizi e valutazioni affrettate.

La Chimica, se solo guardiamo all'ultimo secolo, è stata prima il motore dell'economia per superare le difficoltà post belliche, ma poi è stato il motore di una nuova sensibilità e di una nuova responsabilità da parte del mondo industriale (si pensi al progetto Responsible Care) ed è oggi il motore di avanzamenti etici capaci di promuovere nuove regole e nuove leggi per una maggiore protezione dell'individuo e dell'ecosistema.

Possiamo parlare di un Rinascimento Chimico di cui dovremmo tutti essere orgogliosi e strenui difensori, intendendolo un patrimonio della comunità, superando individualismi personali e di settore. Questi importanti traguardi sono però legati ed in un certo senso rappresentano il prodotto dello sviluppo chimico sin dall'antichità. Flessibilità, creatività, valore dell'esperienza questo ci dimostrano i nostri storici parlando della Chimica e questo deve essere trasmesso ai giovani, prevenendo l'instillazione mai sopita di confusioni fra la chimica e chi mal la utilizza.

Da qui il ruolo didattico confermato e, per contribuire ad esso in modo significativo, la collaborazione fra *CNS-La Chimica nella Scuola* ed il *Gruppo di Fondamenti e Storia della Chimica*, al quale il ns giornale riserverà uno spazio per consentirgli di avere un ulteriore ponte con il mondo della scuola e con gli insegnanti che in esso sono impegnati/e.

Luigi Campanella

Chi ha avuto l'opportunità di incontrare colleghi chimici in occasione di convegni e conferenze che riguardavano la Storia della Chimica e, più in generale, la Storia della Scienza ha toccato con mano un interesse diffuso per queste discipline. Oltre a questo, succede più spesso di quanto si pensi che l'interesse si trasformi in studio, talvolta approfondito, nella raccolta di documenti e perfino nella stesura di piccoli saggi che poi finiscono nel cassetto. Detto ciò, il confronto fra questo interesse diffuso e l'impianto istituzionale, sia scolastico che accademico, riguardante la Storia della Chimica, si

rivela piuttosto deludente. In un breve intervento per un noto giornale web di divulgazione scientifica mi chiedevo, qualche anno fa, che cosa mancasse ai chimici per tramutare l'interesse amatoriale in vero e proprio impegno di lavoro e in un riconoscimento del valore della ricerca storica. Rimando gli interessati a quel contributo che portava l'ambizioso titolo "Rilanciamo la Storia della Chimica." (<http://www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/marco-taddia/rilanciamo-storia-della-chimica/maggio-2013>).

L'appello non cadde nel vuoto e tra i numerosi, positivi riscontri, ne ricordo uno che quasi mi commosse del quale scrivo qui per la prima volta. Poche settimane dopo la pubblicazione dell'intervento, un anziano farmacista ormai in pensione, abitante in una regione limitrofa, mi cercò per comunicarmi che aveva intenzione di donarmi una raccolta di documenti originali riguardanti l'Istituto Italiano di Storia della Chimica, la cui segreteria aveva avuto sede anche nella sua città. Volle donarmeli ritenendo che nelle mie mani fossero al sicuro e, soprattutto, venissero valorizzati. Debbo ancora finire di catalogarli e studiarli ma capii da allora che la conservazione della memoria non è solo un fatto di cultura ma anche, se possiamo dire, di moralità professionale e di solidarietà tra le generazioni.

Anche quando il Prof. Luigi Campanella, amico di vecchia data, mi ha chiesto di tenere una rubrica su questo giornale dedicata alla Storia della Chimica è scattato un impulso simile. L'invito, per il quale lo ringrazio, è venuto dopo la celebrazione del 30° di fondazione del Gruppo Nazionale di Fondamenti e Storia della Chimica (GNFSC), che si è tenuta a Roma, presso l'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, il 13 Novembre 2016. Nel prossimo numero della Rivista troverete un resoconto dettagliato dei lavori e, pertanto, non mi dilungo troppo. Ricordo solo che nella relazione finale che tenni per l'occasione, il doveroso rapporto del Gruppo con il mondo della Scuola fu uno dei punti principali. Come Presidente pro-tempore del GNFSC, ho pensato di cogliere al volo l'opportunità offerta dal Direttore Campanella, non solo per trasformare l'enunciazione verbale in azione concreta ma perché credo sia moralmente giusto impegnarsi più a fondo per tramandare ai giovani la Storia della Scienza, sia direttamente che attraverso l'operato dei loro insegnanti. Alcuni di loro sono già iscritti al nostro Gruppo. Chi lo desidera è in tempo a provvedere. Le modalità e le quote, ridotte per gli insegnanti, sono riportate sul nostro sito (www.gnfsc.it).

Nella rubrica di CnS troverete non solo le notizie sulle nostre attività e quelle più rilevanti del Working Party on History of Chemistry (EuCheMS) ma anche snelli contributi di carattere storico, rigorosi al punto giusto ma di alta divulgazione, dai quali chi insegna potrà, se interessato, ricavare qualche utile spunto per l'attività didattica. Vorremmo essere letti non solo dagli insegnanti ma anche, se possibile, direttamente dagli studenti. Per questo spingeremo neo-laureati e dottorandi particolarmente motivati a scrivere per noi, con intenti seri ma con la scioltezza caratteristica dell'età. Speriamo di riuscirci.

Marco Taddia

Dalla Copertina

**È dolce. Ma non è zucchero.
Scoperta casuale ed etica intellettuale**

Costantin Fahlberg

Tambov 22 dicembre 1850

Nassau 15 agosto 1910

**di
Pasquale Fetto**



Costantin Fahlberg

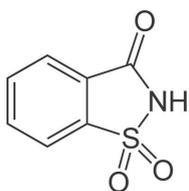
Costantin Fahlberg (1850 – 1910), chimico tedesco di origine russa, nel 1868-1869 completò la sua formazione scientifica iniziale presso il Politecnico di Mosca. Continuò i suoi studi all'Accademia Commerciale di Berlino. Nel 1871 divenne allievo del professore Carl Remigius Fresenius presso il Laboratorio di Chimica Fresenius a Wiesbaden. Nel 1872 si recò a Lipsia e nell'anno seguente completò i suoi studi. Nel 1874 si stabilì a New York dove aprì un laboratorio per lo studio dello zucchero e si dedicò in particolare a studiare le caratteristiche dello zucchero proveniente dalle piantagioni della Guyana Britannica. Nel 1877 il governo degli Stati Uniti mise sotto sequestro un grosso carico di zucchero sospettando della purezza del prodotto. La società *HW Perot Import Firm*, la più grande fornitrice di zucchero a Baltimora, che aveva subito il sequestro conferì a Costantin Fahlberg, esperto di zucchero, l'incarico di eseguire il test e nel contempo chiese al professor Ira Remsen¹, presidente della Johns Hopkins University, l'utilizzo del laboratorio di chimica per i test di Fahlberg.

1. Ira Remsen (1846 -1927), medico chirurgo e chimico statunitense, dopo gli studi in medicina decise nel 1867 di approfondire le sue conoscenze chimiche recandosi in Germania. Terminò i suoi studi nel 1870 presso l' università di Göttingen. Ritornato negli Stati Uniti divenne professore presso il Williams College. Fu fondatore nel 1879 della rivista *American Chemical Journal* ; tra i suoi scritti più importanti si ricorda "*Theoretical Chemistry*".

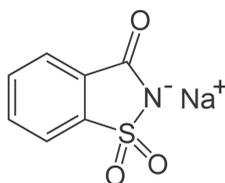
Dopo aver completato le analisi, in attesa di testimoniare al processo, Fahlberg ebbe il permesso di utilizzare il laboratorio per la propria ricerca. Lavorando insieme ad altri ricercatori, Fahlberg, trovò il laboratorio molto accogliente tanto da chiedere a Remsen di poter partecipare alla ricerca.

Dal 1878 lavorò come ricercatore post-dottorato presso il laboratorio di Ira Remsen della Johns Hopkins University. Lavorando sulle reazioni di sintesi dei composti del catrame scoprì l'*acido anhidroortosulfamibenzoico* sostanza o "corpo" chimico che successivamente fu chiamata *Saccarina*. La scoperta fu un caso di *serendipity* da annoverare tra le dieci scoperte casuali più importanti degli ultimi due secoli.

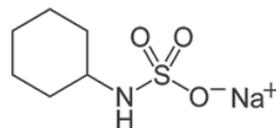
La Saccarina fu il primo dolcificante sintetico esistente in commercio, appartiene al gruppo degli edulcoranti con un elevato potere dolcificante. La *Saccarina pura* ha un potere dolcificante 550 volte più dolce del saccarosio; la *Saccarina sodica*, più facilmente solubile, ha una forza dolcificante 450 volte maggiore a quella dello zucchero da tavola ed è utilizzata, per questo motivo, nell'industria alimentare.



Saccarina



Saccarina sodica



Ciclamato sodico

La Saccarina resiste alle alte temperature conservando il suo gusto dolce anche nei prodotti acidi e può essere conservata per lunghi periodi. Se viene combinata con il *Ciclamato* (scoperto e immesso in commercio nel 1929) si riduce notevolmente il retrogusto amaro.

La casualità

Una notte di giugno del 1878, dopo una giornata di lavoro in laboratorio, Fahlberg sedette a cena.

Prese un panino e notò che la crosta era straordinariamente dolce. Fahlberg aveva portato, "letteralmente" a casa, il risultato del suo lavoro sperimentale che accidentalmente aveva versato sulle mani. Tornò di corsa al laboratorio, quindi assaggiò tutto ciò che aveva usato per i suoi esperimenti e che era sul tavolo da lavoro: i flaconi, bicchieri e piatti. Fu così che trovò la fonte: in bicchiere surriscaldato in cui l'acido o-solfobenzoico aveva reagito con pentacloruro di fosforo e ammoniaca, si era formato sulfonamide benzoico. Il prodotto formatosi conteneva una soluzione impura di saccarina. Si lavorò finché non fu determinata la sua composizione chimica, le caratteristiche,

le reazioni e le migliori modalità per rendere scientificamente e commercialmente valido il prodotto. Il caso gli aveva fornito la prima alternativa commercialmente valida allo zucchero di canna.

Remsen e Fahlberg, nel febbraio del 1879, pubblicarono congiuntamente un articolo in cui era descritto il metodo di sintesi della "saccarina". Inizialmente Fahlberg non sembrava interessato al suo utilizzo commerciale. Nel 1882 il suo interesse mutò intravedendo la possibilità di uno sfruttamento commerciale. Dopo aver lasciato il laboratorio di Remsen e senza informare il suo co-scopritore, presentò la domanda per ottenere un brevetto sia in Germania che in America. Nel novembre dello stesso anno applicò brevetti tedeschi ed americani al nuovo metodo per incrementare la produzione e ridurre i costi del prodotto. Registrò nel 1884 il prodotto della sua scoperta con il nome *saccarina* ed ottenne la pubblicazione il 18 novembre 1885 nel Bollettino dei brevetti tedesco.

Dal 1882 in poi Fahlberg aveva in programma, insieme allo zio materno Adolph Lista, di produrre industrialmente ad alto livello il dolcificante artificiale. I piani per la costruzione di una fabbrica per la produzione della saccarina negli USA furono scartati.

In una intervista Fahlberg disse: "Avrei preferito iniziare in questo paese purtroppo il prezzo elevato di manodopera qualificata e l'alto costo dei materiali grezzi (chimica fine) di cui è composta la saccarina hanno dissuaso me ed i miei amici dal farlo".

Nel 1885, all'Esposizione delle Invenzioni a Londra, fece la sua prima comparsa la "saccarina" conosciuta con il nome *sicosina*, *sicosio* o *sucrina*. Fu così trovata la prima alternativa convincente alla produzione di zucchero dalla canna da zucchero.

La possibile struttura per la produzione fu individuata in Germania nei pressi di Lipsia, dove Fahlberg era vissuto. Con lo zio, fondò una fabbrica di saccarina in Magdeburgo, nota come Fahlberg-List. Ottenne un brevetto in Gran Bretagna nel 1886, e numerosi brevetti in America a cominciare da quello rilasciato il 15 settembre 1885 (No.326,281) negli Stati Uniti. Originariamente ebbe come partner lo zio, che era riuscito a trovare i finanziatori e il progetto fu completato nell'aprile del 1886. Nel 1885 lo zio muore e la fabbrica Fahlberg-List viene chiusa. Nell'aprile 1886 Constantin Fahlberg fonda assieme al cugino Adolf Lista Moritz socio personalmente responsabile con gli altri partner la *Commanditgesellschaft Lista Fahlberg Co.* (Società in accomandita²), con sede in Salbke. Il 9 marzo 1887 la produzione fu ripresa nel nuovo impianto.

2. Società in accomandita: tipo di società commerciale che può essere *semplice* o *per azioni* e i cui soci si distinguono in due categorie (*accomandatari* e *accomandanti*) con responsabilità diverse.

Fahlberg lasciò nel 1902 la società che era stata trasformata in società per azioni. Nell'agosto 1906 Fahlberg ormai malato lascia definitivamente l'azienda.

Constantin Fahlberg morì nell'agosto del 1910 e fu sepolto nel cimitero di Novodevichy in Mosca.

Although it was possibly stated with vengeance over not being credited for its discovery within patent or public venues, perhaps this forewarning by the true co-inventor might be the best input in determining your own opinion about its safeness.

Here in Baltimore, after his death in 1927, Dr. Ira Remsen's ashes were placed behind a plaque in Remsen Hall on the Homewood Campus of saccharin's discovery location at Johns Hopkins University.³

La proprietà e l'etica intellettuale

Sin dall'inizio l'obiettivo dei brevetti erano le nuove tecnologie e non la scienza di base. Gli enti pubblici e le università erano stimolati ad attivarsi con le loro strutture e i propri ricercatori al fine di ricevere le risorse economiche dalle industrie. La concessione dei brevetti ha effettivamente permesso processi innovativi senza particolari difficoltà fino al 1928 anno in cui fu scoperta la penicillina da parte di Fleming. Ci si rese conto che era necessario mettere ordine e stabilire delle regole per le concessioni dei brevetti che fossero condivise da tutte le Nazioni Industrializzate.

L'Etica intellettuale si fonda su concetti imprescindibili tra i quali: Onestà, Integrità e Lealtà.

Oonestà nei confronti delle leggi e delle regole. Integrità nel rispetto di noi stessi e dei nostri valori. Lealtà verso gli altri e i propri principi.

Una scoperta scientifica viene attribuita, di norma, al primo ricercatore o gruppo di ricerca che la pubblica. Una scoperta è attribuibile a più scopritori solamente se le rispettive richieste di pubblicazione sono state inoltrate prima della prima effettiva pubblicazione della scoperta in oggetto.

Non sempre è stato messo in evidenza, nella scoperta della saccarina, oltre alla casualità e all'importanza della scoperta, l'aspetto legato alla proprietà intellettuale. Nel brevetto non vennero citati né Remsen né la Johns Hopkins University che non ebbero quindi le royalties.

Fahlberg, infatti, brevettò in segreto il processo di produzione, guardandosi bene dal riconoscere al prof. Remsen alcun merito scientifico né alcuna parte dei proventi derivati dalla produzione (a partire dal toluene) e dalla commercializzazione del prodotto.

³<http://charmcityhistory.blogspot.it/2013/04/a-sweet-baltimore-discovery-at-johns.html>

Nel 1886, Fahlberg presentò un'altra serie di brevetti, sostenendo di essere l'unico scopritore della "saccarina" prodotta mediante la nuova sintesi e realizzata dalla Fahlberg, List & Co.

La produzione europea della saccarina, su brevetto Fahlberg, ebbe inizio in Svizzera, nel 1899, da parte della Società "Chemische Fabrik vormals Sandoz", fondata pochi anni prima (1895) da Kern & Sandoz. In seguito, la saccarina cominciò a essere prodotta per il commercio in Germania, dove Fahlberg aveva esteso il brevetto di fabbricazione.

In pochi anni Fahlberg divenne un uomo stra-ricco. Il prof. Remsen non se la prese più di tanto per il fatto che né lui né la Johns Hopkins University avrebbero mai ricavato un centesimo dalla scoperta. Remsen era quel che si dice "uno scienziato puro" nel senso che non era per niente interessato al fatto che le sue ricerche portassero o no profitti economici. Ira Remsen avrebbe voluto il riconoscimento piuttosto che il denaro.

Remsen aveva vissuto il fascino dalla novità scientifica della scoperta e la considerò una semplice curiosità scientifica.

Altro caso peculiare fu la scoperta della penicillina, per la sua produzione non fu mai richiesto alcun brevetto e le case farmaceutiche la produssero su scala mondiale. Fleming mantenne una sorta di purezza nella ricerca ed ebbe, al contrario di Remsen, il giusto riconoscimento con il premio Nobel nel 1945.

Il termine "proprietà intellettuale" risale all'800; l'Accademia dei Georgofili ne discuteva già nel 1865. È pur vero che l'espressione "proprietà intellettuale" indica un sistema di tutela giuridica dei "beni immateriali" che hanno una sempre maggiore rilevanza economica: ci si riferisce cioè ai frutti dell'attività creativa/inventiva umana come ad esempio le opere artistiche e letterarie, le invenzioni industriali e i modelli di utilità, il design, i marchi. Quindi, al concetto di proprietà intellettuale fanno capo le tre grandi aree del *diritto d'autore*, del *diritto dei brevetti* e del *diritto dei marchi*. In vero il termine inglese "copyright" ha il significato di *diritto di copia*; i diritti di copia possono essere acquisiti da soggetti diversi dall'autore.⁴

4. Andrea Piccaluga. *La Valorizzazione della ricerca scientifica. Come cambia la ricerca pubblica e quella industriale*. (Prefazione di Gian Carlo Michellone) Franco Angeli Editore (2001). Cap. 3, La valorizzazione attraverso la gestione dei diritti di proprietà intellettuale.

Zero chimica, 100% naturale!

Miti e leggende su chimica e natura

Silvano Fuso

Istituto di Istruzione Superiore Statale “Primo Levi”- Ronco Scrivia (GE)
CICAP (Comitato Italiano per il Controllo delle Affermazioni sulle Pseudoscienze)
e-mail: silvanofuso@tin.it

Riassunto

Chimica e natura sono spesso contrapposti come se fossero due concetti antitetici. Questo è particolarmente evidente nel mondo del marketing e della pubblicità, dove la naturalità dei prodotti e la presunta assenza di chimica vengono presentate come virtù. Questa contrapposizione è tuttavia soltanto un mito, frutto di ideologie prive di elementi fattuali.

Abstract

Frequently chemistry and nature are set against, as two antithetical concepts. That is particularly evident in the world of marketing and advertising, where the naturalness of the products and the presumed absence of chemicals are presented as a virtue. However, this opposition is only a myth, fruit of ideologies devoid of factual elements.

Qualche anno fa una nota marca italiana di salumi pubblicizzava la propria mortadella con un buffo spot[1]. Un improbabile uomo ragno, saltando di palazzo in palazzo, una volta introdotto in una cucina, si spogliava progressivamente del proprio costume, mentre la voce fuori campo affermava: “Via i conservanti, via i coloranti, via gli additivi chimici”. Rimasto praticamente in mutande, veniva sorpreso dalla moglie (o fidanzata) mentre stava per addentare furtivamente un panino alla mortadella. La (presunta) moglie a quel punto chiedeva: “Amore, ma che fai?” E il novello spiderman, con aria non proprio intelligente, rispondeva: “Pappa buona!”. Lo spot proseguiva decantando le virtù della mortadella e si concludeva con questo perentorio slogan: “Zero chimica, 100% naturale”.

Questo slogan è sicuramente efficace dal punto di vista del marketing poiché fa leva su un luogo comune ampiamente diffuso che vede la contrapposizione tra chimica e natura. La prima considerata in un’accezione chiaramente negativa, tanto è vero che la sua (presunta) assenza viene considerata un titolo di merito. La seconda considerata invece positivamente, al punto che se ne auspica una presenza totalizzante all’interno del prodotto pubblicizzato.

Chiunque analizzi con un po' di spirito critico lo slogan, tuttavia, non può che coglierne la totale mancanza di senso. Forse le mortadelle della nota azienda si trovano già belle e pronte in natura? Ma al di là del fatto che la mortadella sia o no naturale, ancora più priva di senso appare l'affermazione "zero chimica". Cosa significa? Forse nella mortadella non vi sono sostanze? Non vi sono molecole? Forse gli ingredienti "naturali" presenti nel salume non sono sostanze chimiche?

Prodotti "chemical free"?

Nel 2014 Alexander F. G. Goldberg, un postdoc del Dipartimento di Chimica Organica del Weizmann Institute of Science di Rehovot, Israele, e C. Chemjobber, pseudonimo dell'autore di un noto blog [2] su tematiche chimiche, pubblicarono su *Nature Chemistry* un articolo dal titolo "A comprehensive overview of chemical-free consumer products" [3]. L'abstract dell'articolo recitava:

Produttori di articoli di consumo, in particolare commestibili e cosmetici, hanno ampiamente impiegato il termine "chemical free" nelle campagne di marketing e sulle etichette dei prodotti. Tale caratterizzazione è spesso usata in modo non corretto per indicare che il prodotto in questione è sano, derivato da fonti naturali o altrimenti esente da componenti sintetici. Abbiamo esaminato e sottoposto ad analisi elementare un numero esaustivo di tali prodotti, includendo, ma non solo, lozioni e cosmetici, integratori a base di erbe, detersivi per la casa, prodotti alimentari e bevande. Qui vengono descritti tutti quei prodotti di consumo, a nostra conoscenza, che vengono opportunamente etichettati come "chemical free".

All'abstract seguiva l'elenco dei prodotti "chemical free" individuati dagli autori: due pagine completamente bianche! Seguivano poi i riferimenti, i ringraziamenti e una dichiarazione di assenza di conflitto di interessi.

L'intento, chiaramente provocatorio dei due autori, si proponeva ovviamente di mostrare che nessun prodotto può essere "chemical free" perché la chimica è ovunque: tutto è chimica! [4]

Ciò nonostante il mito secondo il quale ciò che è chimico è cattivo e ciò che è naturale è buono è duro a morire.

La chimica "cattiva"

Da diversi anni, oramai, la chimica ha acquisito un'accezione negativa e l'aggettivo "chimico" è diventato sinonimo di "pericoloso", "tossico", "nemico della natura", "antiecologico", ecc. Questo atteggiamento è divenuto talmente diffuso che è stato persino creato un neologismo, *chemofobia* (o *chemiofobia*), definito come:

Risposta negativa pressoché spontanea che si osserva quando la gente sente le parole sostanze chimiche e industria chimica [5].

La chemofobia è diffusa in tutto il mondo, ma nel nostro paese è particolarmente radicata. Secondo un'indagine promossa nel 2010 dalla Commissione Europea [6], solo il 22% dei cittadini europei intervistati associa l'espressione "prodotti chimici" all'aggettivo "utile". In Italia questa percentuale scende addirittura al 9%. Al 68% degli europei e al 67% degli italiani, quando pensano a "prodotti chimici", viene in mente l'aggettivo "pericoloso" e solamente al 4% di europei ed italiani viene in mente la parola "naturale".

Questi dati mostrano ancora una volta quanto sia diffusa l'idea secondo la quale ci sarebbe una netta contrapposizione tra chimica e natura: una ridottissima percentuale di europei e italiani pensa infatti che ci possa essere una sovrapposizione tra gli aggettivi chimico e naturale. Eppure basterebbe poco per comprendere che tutto ciò che è naturale è inevitabilmente chimico.

Consideriamo, ad esempio, la seguente lista di ingredienti:

water (75.8%), amino acids (12.6%) (glutamic acid (14%), aspartic acid (11%), valine (9%), arginine (8%), leucine (8%), lysine (7%), serine (7%), phenylalanine (6%), alanine (5%), isoleucine (5%), proline (4%), tyrosine (3%), threonine (3%), glycine (3%), histidine (2%), methionine (3%), cystine (2%), tryptophan (1%); fatty acids (9.9%) (octadecenoic acid (45%), hexadecanoic acid (32%), octadecanoic acid (12%), eicosatetraenoic acid (3%), eicosanoic acid (2%), docosanoic acid (1%), tetracosanoic acid (1%), octanoic acid (<1%), decanoic acid (<1%), dodecanoic acid (<1%), tetradecanoic acid (<1%), pentadecanoic acid (<1%), heptadecanoic acid (<1%), tetradecenoic acid (<1%), hexadecenoic acid (<1%), eicosenoic acid (<1%), docosenoic acid (<1%), omega-6 fatty acid: octadecadienoic acid (12%), omega-3 fatty acid: octadecatrienoic acid (<1%), eicosapentaenoic acid (epa) (<1%), omega-3 fatty acid: docosahexaenoic acid (dha) (<1%); sugars (0.8%) (glucose (30%), sucrose (15%), fructose (15%), lactose (15%), maltose (15%), galactose (15%)); colour (E160c, E160a), E306, E101: flavours (phenylacetaldehyde, dodeca-2-enal, hepta-2-enal, hexadecanal, octadecanal, pentan-2-one, butan-2-one, acetaldehyde, formaldehyde, acetone); shell (e170), also contains benzene & benzene derivatives, esters, furans. sulfur-containing compounds and terpenes [7].

Di fronte a questi inquietanti nomi chimici, alla presenza di composti di ben nota tossicità (quali formaldeide e acetaldeide) e a quella dei famigerati additivi contrassegnati dalla lettera "E", moltissima gente non accetterebbe mai di consumare un prodotto che contenga questi ingredienti. Eppure la precedente lista di componenti si riferisce a un naturalissimo uovo di gallina che anche il più convinto chemofobo consumerebbe senza problemi.

Il gioco può essere ripetuto per molti altri prodotti. Ad esempio, la seguente lista:

water (84%), sugars (10%) (fructose (48%), glucose (40%), sucrose (2%)), fibre E460 (2.4%), amino acids (<1%) (glutamic acid (23%), aspartic acid (18%),

leucine (17%), arginine (8%), alanine (4%), valine (4%), glycine (4%), proline (4%), isoleucine (3%), serine (3%), threonine (3%), phenylalanine (2%), lysine (2%), methionine (2%), tyrosine (1%), histidine (1%), cystine (1%), tryptophan (<1%), fatty acids (<1%) (omega-6 fatty acid: linoleic acid (30%), omega-3 fatty acid: linolenic acid (19%), oleic acid (18%), palmitic acid (6%), stearic acid (2%), palmitoleic acid (<1%)), ash (<1%), phytosterols, oxalic acid, E300, E306 (tocopherol), thiamin, colours (E163a, E163b, E163e, E1631, E160a) flavours (ethyl ethanoate, 3-methyl butyraldehyde, 2-methyl butyraldehyde, pentanal, methylbutyrate, octene, hexanal, decanal, 3-carene, limonene, styrene, nonane, ethyl-3-methylbutanoate, non-1-ene, hexan-2-one, hydroxylinalool, linalool, terpinyl acetate, caryophyllene, alpha-terpineol, alpha-terpinene, 1,8-cineole, citral, benzaldehyde), methylparaben, E1510, E300, E440, E421 and fresh air (E941, E948, E290)[8].

in cui compare anche il metilparabene, appartenente alla temuta categoria dei parabeni, si riferisce alla composizione dei mirtilli, apprezzatissimi dai naturisti più convinti.

La natura “buona”

Consideriamo una sostanza che abbia un LD₅₀ [9] di 0.25 mg/kg. Tale sostanza, se iniettata, produce gravissimi danni a livello neurologico e cardiaco e induce rapidamente la morte del malcapitato.

Una dose di circa 120 mg, se iniettata in un topo, ne provoca la morte in 20 secondi. Nell'uomo la morte sopraggiunge in pochi minuti. I sintomi più comuni provocati da questa sostanza sono dolore locale, salivazione elevata, sete, vomito, stanchezza, difficoltà a parlare, perdita di coscienza, paralisi respiratoria e infine morte.

Considerereste buona una simile sostanza? Non credo. Eppure si tratta di una sostanza perfettamente naturale. È infatti il veleno del serpente mamba nero (*Dendroaspis polylepis*). Un morso solitamente ne inietta 120 mg. Il veleno di questo serpente è così letale perché contiene neurotossine (come le potenti dendrotossine) e cardiotoxine. Il mamba nero viene comunemente chiamato “sette passi”, poiché l'estrema velocità dell'effetto del suo veleno, assolutamente letale, non permetterebbe a un uomo, dopo il morso, di percorrere più di sette passi. Tutto in modo perfettamente naturale, senza alcun intervento della “chimica cattiva” dell'uomo.

Potremmo fare molti altri esempi. A chi piacerebbero dei peptidi ciclici con una dose letale media (LD₅₀) di 0,1 mg/kg? Essi producono gravissimi danni epatici e gastrointestinali, provocati dall'inibizione della trascrizione del DNA nelle cellule del fegato (causata a sua volta dal blocco selettivo dell'enzima RNA-polimerasi). Anche in questo caso tutto naturale e “chemical free”! Si tratta infatti delle tossine (*amantine* e le *falloidine*) di quel simpatico funghetto che è l'*Amanita phalloides*.

Un settore dove la paura della chimica e l'esaltazione della naturalità è particolarmente enfatizzata (ovviamente anche a livello di marketing) è quello dell'agricoltura. Da più parti si auspica la messa al bando della chimica nelle coltivazioni e si propongono in alternativa tecniche agricole più aderenti alla natura (agricoltura biologica, biodinamica, ecc.). Queste rivendicazioni trovano una giustificazione fattuale o sono invece frutto di ondate emozionali e quindi sostanzialmente ideologiche?

Osserviamo subito che parlare di "agricoltura naturale" rappresenta un grossolano ossimoro. L'agricoltura nasce infatti con l'intento di modificare la natura. Se volessimo essere perfettamente naturali, dovremmo abbandonare ogni pratica agricola e zootecnica e tornare a esser raccoglitori e cacciatori. Penso che neppure l'ambientalista più radicale accetterebbe una simile prospettiva. L'uomo ha dovuto inventare l'agricoltura poiché purtroppo la natura era tutt'altro che una madre generosa nei suoi confronti. Per sopperire alle proprie necessità di sussistenza l'uomo ha dovuto fare affidamento alla propria intelligenza per costringere la natura a produrre ciò di cui aveva bisogno.

Comunque, al di là di questo, ci sono motivi razionali che renderebbero auspicabile l'abbandono della chimica in agricoltura? Una delle motivazioni che godono di maggior consenso è la paura che residui di pesticidi (insetticidi, antiparassitari, fungicidi, ecc.) di sintesi impiegati nelle coltivazioni rimangano sui prodotti finali e possano nuocere alla salute dei consumatori.

Chi è affetto da chemofobia, tuttavia, spesso dimentica che le piante stesse producono spontaneamente sostanze protettive che devono essere considerate a tutti gli effetti pesticidi, sia pur naturali. Qualche anno fa uno studio [10] aveva valutato che ben il 99,99% dei pesticidi assunti attraverso la dieta da un cittadino americano è di origine perfettamente naturale. Nello studio veniva inoltre dimostrato che la cancerogenicità dei pesticidi naturali e di quelli di sintesi era del tutto equivalente.

In un altro articolo viene affermato:

Abbiamo stimato che in media gli Americani ingeriscono dai 5 mila ai 10 mila differenti pesticidi naturali e i loro prodotti di degradazione. Gli Americani assumono circa 1.500 milligrammi di pesticidi naturali per persona per giorno, [quantità] che è circa 10 mila volte superiore a quella di 0,09 mg di pesticidi di sintesi da essi assunta.

Anche se solo una piccola parte dei pesticidi naturali sono stati testati per la cancerogenicità, 37 dei 71 testati sono risultati cancerogeni per i roditori. Naturalmente i pesticidi che sono cancerogeni per i roditori sono onnipresenti in frutta, verdura, erbe aromatiche e spezie.

[...] I possibili rischi cancerogeni dei pesticidi sintetici sono minimi rispetto al fondo di pesticidi naturali, anche se nessuno dei due può rappresentare un pericolo alle

basse dosi consumate. L'analisi indica anche che molti alimenti comuni non supererebbero i criteri normativi utilizzati per le sostanze chimiche di sintesi. È necessario essere prudenti nel trarre conclusioni dalla presenza nella dieta di sostanze chimiche naturali che sono cancerogene per i roditori. Non si sostiene che questi esposizioni alimentari siano necessariamente di grande rilevanza per il cancro umano [11].

L'agricoltura biologica e il problema dell'azoto

Un settore agricolo in cui la chemofobia è particolarmente evidente è la cosiddetta agricoltura biologica.

Il Regolamento CEE 2092/91, sostituito successivamente dai Reg. CE 834/07 e 889/08, e il D.M. 18354/09 definiscono che cosa si debba intendere quando si parla di prodotti agricoli biologici. Essi devono essere ottenuti mediante metodi di coltivazione e di allevamento che ammettano solamente l'impiego di sostanze naturali, presenti cioè in natura, escludendo l'utilizzo di sostanze di sintesi chimica (concimi, diserbanti, insetticidi).

Se si va a vedere quali siano le sostanze ammesse, si rimane abbastanza perplessi. Ad esempio, viene consentito l'uso dei composti del rame, quale il solfato rameico, che rimane francamente difficile considerare prodotti naturali e la cui tossicità è tutt'altro che trascurabile. Parimenti viene permesso l'uso dello zolfo, quando la quasi totalità dello zolfo che si trova in commercio è un prodotto di raffinazione, ottenuto dai processi di desolforazione del gasolio.

Inoltre, non sembra ci possano essere vantaggi oggettivi derivanti dall'agricoltura biologica né per i consumatori, né per quanto riguarda l'impatto ambientale [12].

Ma c'è un altro problema, tipicamente chimico, che mostra le debolezze teoriche dell'agricoltura biologica e come una maggiore cultura chimica consentirebbe di fare scelte più razionali.

Un elemento nutritivo particolarmente importante per le piante è l'azoto. Esso costituisce circa i quattro quinti dell'atmosfera terrestre, ma non può essere direttamente utilizzato né dalle piante né dagli animali. Solamente alcuni microorganismi (*Rhizobium leguminosarum*) riescono a fissare l'azoto atmosferico e a convertirlo in azoto assimilabile dalle piante. Tali microorganismi si ritrovano nell'apparato radicale delle leguminose. Tuttavia la quantità di azoto fissato da questi microorganismi non è affatto sufficiente per sostenere la produzione agricola mondiale. Grazie alla chimica, l'uomo è però riuscito a trasformare l'azoto atmosferico in ammoniacale (processo Haber Bosch) e in nitrati, entrambi utilizzabili dalle piante. È stato stimato [13] che attualmente oltre la metà dell'azoto utilizzato dalle piante coltivate di tutto il mondo è di origine sintetica.

I sostenitori dell'agricoltura biologica affermano che l'utilizzo del letame possa ampiamente soddisfare il fabbisogno di azoto delle colture. Tuttavia,

in questa affermazione trascurano un piccolo particolare [14]. L'azoto che si ritrova nelle deiezioni del bestiame non viene prodotto da quest'ultimo (che, al pari delle piante, è incapace di fissare l'azoto atmosferico). Esso deriva da ciò che il bestiame mangia e i foraggi e i mangimi sono a loro volta prodotti utilizzando fertilizzanti azotati di sintesi. Quindi, indirettamente, anche gli agricoltori biologici beneficiano dei tanti deprecati fertilizzanti "chimici". Se questi ultimi venissero completamente eliminati, come auspicano i fautori del biologico, l'agricoltura biologica non disporrebbe affatto di quantità di azoto sufficienti per essere praticata.

Quindi la chemofobia che caratterizza l'agricoltura biologica appare sostanzialmente ideologica e di facciata, visto che anche questo tipo di agricoltura, di fatto, non può fare a meno della chimica di sintesi.

Conclusioni

Si potrebbero fare molti altri esempi che mostrano come spesso la contrapposizione tra chimica e natura risulti del tutto priva di fondamento e animata da pulsioni ideologiche, prive di basi fattuali.

Purtroppo però questa contrapposizione è estremamente diffusa e la si ritrova continuamente nei media e nel linguaggio pubblicitario che, come è abbastanza ovvio, mira far leva sull'emotività piuttosto che sulla razionalità.

Come al solito l'unico antidoto contro la disinformazione e le ideologie dilaganti è una maggiore cultura e cultura significa maggiori conoscenze e soprattutto maggior rispetto per i fatti.

La chimica è una nobile scienza della natura che fornisce contributi insostituibili per comprendere i segreti della realtà che ci circonda. Inoltre ci consente di manipolarla a nostro vantaggio, fornendo strumenti impareggiabili al miglioramento della qualità della nostra vita.

Nessuno vuole negare che un uso improprio della chimica abbia in passato creato problemi ambientali, determinando effettivamente un conflitto con la natura. Tuttavia anche questi problemi devono essere affrontati in modo razionale e non emotivo, sfruttando le conoscenze che la stessa chimica ci fornisce. Per citare un grande chimico e un grande uomo, Primo Levi (1919-1987):

È bene, è fondamentale che i numerosi e gravi problemi di carattere tecnico, davanti a cui ci troviamo, vengano sottratti all'ambito degli emotivi e degli interessati e siano esposti con competenza e sincerità.

[...] I nodi ci sono, e non si risolvono gridando viva o abbasso, non con i cortei né con le processioni, bensì con la concretezza e la fiducia nella ragione umana, poiché altri strumenti atti allo scopo non ci sono [15].

Note:

1) Visibile su youtube a questo indirizzo: <http://www.youtube.com/watch?v=awsSSoVr74s>;

2) <http://chemjobber.blogspot.it/>;

3) A. F. G. Goldberg and C. Chemjobber “A comprehensive overview of chemical-free consumer products”, *Nature Chemistry*, vol. 6, 2014:

http://blogs.nature.com/thesepticalchemist/files/2014/06/nchem_-Chemical-Free.pdf;

4) Espressione utilizzata dal prof. Luciano Caglioti nel suo libro *I due volti della chimica. Benefici e rischi*, Mondadori, Milano 1979;

5) D. Mac Kinnon, “Chemophobia” (Editorial), *Chemical & Engineering News* 59 (29), p 5, 1981;

6) “Special Eurobarometer 360. Consumer understanding of labels and the safe use of chemicals”, Report, maggio 2011. Scaricabile in pdf da questo indirizzo: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_360_en.pdf;

7) Tratta da:

<https://jameskennedymonash.files.wordpress.com/2014/01/ingredients-of-an-all-natural-egg1.pdf>;

8) Tratta da:

<https://jameskennedymonash.files.wordpress.com/2014/01/ingredients-of-all-natural-blueberries.pdf>;

9) Il termine DL_{50} indica la “Dose Letale 50” e rappresenta la dose di una sostanza che, somministrata in una volta sola, provoca il decesso del 50% di una popolazione campione;

10) B.N. Ames, M. Profet, L. Swirsky Gold, “Dietary pesticides (99.99% all natural)”, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 87, 7777-7781, 1990: <http://www.pnas.org/content/87/19/7777.full.pdf>;

11) B.N. Ames, L. Swirsky Gold, “Paracelsus to parascience: the environmental cancer distraction”, *Mutation Research Frontiers* 447, 3-13, 2000: <https://toxnet.nlm.nih.gov/cpdb/pdfs/Paracelsus.pdf>;

12) L'autore ha approfondito questi aspetti in: S. Fuso, *Naturale=buono?*, Carocci, Roma 2016;

13) V. Smil, “Nitrogen cycle and world food production”, *World Agriculture* 2, 9-13, 2011:

<http://www.vaclavsmil.com/wp-content/uploads/docs/smil-article-worldagriculture.pdf>;

14) A. Merberg, “An Unlikely Fix: nitrogen fertilizer and organic agriculture, Inexact Change Thoughts on science, politics, and social progress”, 28 marzo 2013: <http://www.inexactchange.org/blog/2013/03/28/unlikely-fix/>;

15) P. Levi, Prefazione al libro: L. Caglioti, *I due volti della chimica. Benefici e rischi*, op. cit.

Determinazione contemporanea dello ione dicromato e dello ione permanganato

Comparazione dei risultati ottenuti con il metodo dell'additività delle assorbanze e il metodo di analisi per regressione lineare a diverse lunghezze d'onda (MLRA)

Andrea Checchetti^{1*}, Anna Barbara Secreti¹

¹I.I.S "Leonardo da Vinci" - San Giovanni in Fiore (Cs)

*e-mail autore referente: andreachecchetti@alice.it

Motivazioni e obiettivi

L'utilizzo della metodologia per progetti nella didattica delle scienze rappresenta, nel percorso formativo degli studenti della scuola media superiore italiana, una modalità per ritrovarsi di fronte a situazioni reali da studiare, uno stimolo a trovare strategie idonee per individuare soluzioni pratiche e ottenere un risultato finale.

Seguire progetti di questo tipo richiede scelte progettuali intenzionali: spazi, tempi e *setting* diversi da quelli che si ritrovano tradizionalmente all'interno dell'organizzazione scolastica. Ma è un'esperienza forte, importante sul piano dell'apprendimento, in quanto consente agli studenti di caricare su di loro quella responsabilità di lavorare in gruppo, che si traduce anche in uno sforzo operativo maggiore sul piano individuale. Inoltre la possibilità concreta di offrire soluzioni tecniche garantisce un positivo rapporto con le tecnologie informatiche, fonte inesauribile dove attingere per le conoscenze indispensabili, per realizzare e presentare i lavori con applicativi specifici per la divulgazione delle loro esperienze.

L'attività, svolta con i nostri studenti della V^a C dell'indirizzo Chimica Materiali e Biotecnologie, di cui questo articolo è il prodotto finale, è parte di un percorso di insegnamento, il cui principale obiettivo è di facilitare e migliorare in ogni caso l'apprendimento scientifico nella scuola. Con l'aiuto della didattica laboratoriale l'esperienza ha costituito una valida e reciproca integrazione con la parte teorica, non solo come momento di verifica sperimentale di cosa si apprende in teoria, ma anche come uno strumento per derivare leggi, principi e modelli teorici partendo dall'esperienza.

Questo lavoro ha avuto anche l'obiettivo di offrire agli studenti un approccio diverso alla chimica per promuovere la riflessione, combinando la conoscenza acquisita e le abilità con i problemi di tutti i giorni.

È stato pertanto motivo di giustificata soddisfazione vederci assegnato il 1° premio nel Concorso “Come immaginate l’incertezza di misura: descrizione ed esempio concreto” svoltosi nell’ambito del programma di *In-formazione e pratica educativa della Metrologia* organizzato dall’Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), Ufficio Scolastico Regionale del Piemonte e CE.SE.Di della Città Metropolitana di Torino nel 2016.

Riassunto

È stata determinata la concentrazione dello ione dicromato e dello ione permanganato presenti in diverse soluzioni. L’analisi condotta ha fatto uso di due metodi per valutare il grado di incertezza dei risultati ottenuti e di conseguenza quanto siano rappresentativi e affidabili. Entrambi i metodi si basano sulla determinazione delle concentrazioni di specie chimiche in soluzione che non interagiscono tra di loro e mostrano un assorbimento nella regione UV/Vis. Il primo metodo, quello dell’additività delle assorbanze, fa uso dei valori di assorbanza centrate in corrispondenza della lunghezza d’onda di massimo assorbimento delle singole specie chimiche. Il secondo metodo, quello di analisi per regressione lineare a diverse lunghezze d’onda (MLRA), fa uso invece di una serie di valori di assorbanza scelti tra le due λ_{\max} in una zona spettrale in cui i singoli spettri di assorbimento delle due specie chimiche risultano sovrapposti.

Parole chiave: Spettrofotometria UV/vis; Cromo; Manganese, Metodo dell’additività delle assorbanze; Metodo per regressione lineare a diverse lunghezze d’onda.

Abstract

It has been determined the concentration of chromium and manganese present in different solutions. The analysis has made use of two methods to evaluate the degree of uncertainty of the results obtained and consequently how much they are representative and reliable. Both methods are based on the determination of concentrations of chemical species in solution, which do not interact with each other and show an absorption in the UV/Vis. The first, known as method of the additivity of absorbance, makes use of the absorbance values centered in correspondence of the maximum absorption wavelength of the individual chemical species. The second, known as method of linear regression analysis (MLRA) at different wavelengths makes use instead of a series of absorbance values selected between the two λ_{\max} in a spectral region in which the individual absorption spectra are overlapped.

Introduzione

L'analisi chimica quantitativa ha nella misurazione il suo passaggio fondamentale. La misurazione consiste in una serie di operazioni pratiche e manuali e di elaborazione dei dati ottenuti facendo uso di strumenti che determinano la misura e la sua incertezza rispetto al parametro che si vuole ottenere, che generalmente è la concentrazione, [1].

La qualità delle misure e, di conseguenza, il fatto che si possano commettere errori dipende in parte, dunque, dallo strumento utilizzato. In generale la ripetibilità è garanzia di precisione o incertezza. Se l'intervallo di concentrazioni è ampio e la "dinamica di risposta dello strumento è lineare" i valori che si ottengono possono essere considerati precisi.

Per determinare la concentrazione il chimico individua un *campione* - "nel senso statistico di un insieme limitato di dati" - da una serie di valori ottenuti, applicando un determinato *metodo* che, a sua volta, consiste in una *procedura* analitica, entrambi validi e affidabili e sottoposti a controllo. Pertanto i valori così determinati sono considerati vicini al valore vero.

Applicando un metodo analitico, dell'insieme di misure si sceglie un valore centrale. Nel nostro caso abbiamo adottato quello derivato dalla media aritmetica. In ogni caso ogni misura contiene un certo margine di incertezza e di errore. Essendo tutte le misure strumentali in linea di principio variabili continue abbiamo preso in considerazione la distribuzione normale (o gaussiana) che ha due parametri, il valor medio che corrisponde alla posizione del valore centrale e la deviazione standard con cui si misura l'accordo tra risultati ottenuti sullo stesso campione con la stessa procedura. Inoltre l'analisi della relazione di dipendenza di due variabili come la relazione che lega l'assorbanza (A) alla concentrazione (C) è chiamata regressione lineare. Applicando la legge di Lambert-Beer:

$$A = a \cdot b \cdot C \quad (1)$$

la retta di taratura che si ricava dai valori sperimentali dell'assorbanza in funzione della concentrazione consiste in una successione di punti che si avvicinano ad un andamento lineare. Secondo il modello dei minimi quadrati la retta che meglio si adatta ai punti sperimentali è una retta di regressione definita da un'equazione del tipo $y = ax + b$

Una misura della validità del modello di regressione è fornita dal coefficiente di determinazione R^2 :

$$R^2 = \text{MSS}/\text{TSS} = 1 - (\text{RSS}/\text{TSS}) \quad (2)$$

Dove TSS è la somma totale dei quadrati, MSS la somma degli scarti dovuti al modello della regressione lineare e RSS è la somma degli scarti quadrati

residui. Quanto più RSS si avvicina a 0, tanto più R^2 si avvicina a 1 e tanto più il modello fornito dall'equazione dei minimi quadrati risulta valido a rappresentare la relazione tra x e y.

Metodo dell'additività delle assorbanze [2]

Lo spettro di assorbimento di una miscela è pari alla somma degli spettri dei componenti presi singolarmente nel caso in cui essi non reagiscono tra di loro. Nel caso in cui lo ione dicromato e lo ione permanganato sono presenti in una stessa soluzione ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ e MnO_4^-) basta fissare due lunghezze d'onda corrispondenti alla massima assorbanza di ciascuno ione e impostare il sistema a due equazioni e due incognite:

$$A_{443} = a_{\text{MnO}_4^-}^{443} \cdot b \cdot C_{\text{MnO}_4^-} + a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{443} \cdot b \cdot C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \quad (3)$$

$$A_{525} = a_{\text{MnO}_4^-}^{525} \cdot b \cdot C_{\text{MnO}_4^-} + a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{525} \cdot b \cdot C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \quad (4)$$

dove A_{443} e A_{525} sono i valori massimi dell'assorbanza rispettivamente a $\lambda=443$ nm (massimo dell'assorbanza dello ione dicromato) e $\lambda=525$ nm (massimo dell'assorbanza dello ione permanganato);

$$a_{\text{MnO}_4^-}^{443} \text{ e } a_{\text{MnO}_4^-}^{525}$$

sono i coefficienti di assorbimento del permanganato mentre

$$a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{443} \text{ e } a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{525}$$

sono i coefficienti di assorbimento del dicromato; b è lo spessore della cuvetta;

$$C_{\text{MnO}_4^-} \text{ e } C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$$

sono le rispettive concentrazioni di MnO_4^- e $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

I coefficienti di assorbimento si ricavano dalle soluzioni standard rispettivamente di dicromato di potassio e permanganato di potassio. Il valore che si prende in considerazione è la media dei valori ottenuti per ogni concentrazione. Dopo di che si preparano diverse soluzioni miscelando aliquote opportunamente scelte delle due specie chimiche per verificare l'attendibilità del metodo.

Le concentrazioni delle due specie chimiche nelle miscele si ricavano risolvendo il sistema (3-4) con le seguenti formule:

$$C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = (A_{443} - a_{\text{MnO}_4^-}^{443} \cdot C_{\text{MnO}_4^-}) / a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{443} \quad (5)$$

$$C_{\text{MnO}_4^-} = (A_{525} \cdot a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{443} - A_{443} \cdot a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{525}) / (a_{\text{MnO}_4^-}^{525} \cdot a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{443} - a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{525} \cdot a_{\text{MnO}_4^-}^{443}) \quad (6)$$

Metodo di analisi per regressione lineare a diverse lunghezze d'onda [2]

L'assorbanza di una soluzione che contiene gli ioni MnO_4^- e $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ viene misurata nella zona UV/visibile seguendo la seguente formula:

$$A = a \cdot b \cdot C_{\text{MnO}_4^-} + a' \cdot b \cdot C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \quad (7)$$

$C_{\text{MnO}_4^-}$ e $C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$

sono le rispettive concentrazioni di MnO_4^- e $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

L'assorbanza di due soluzioni standard alla stessa lunghezza d'onda con una concentrazione nota

$C_{\text{MnO}_4^-}^{\text{st}}$ e $C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{\text{st}}$

è data da:

$$A_{\text{st}} = a \cdot b \cdot C_{\text{MnO}_4^-}^{\text{st}} \quad (8)$$

$$A'_{\text{st}} = a' \cdot b \cdot C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{\text{st}} \quad (9)$$

Isolando i prodotti $a \cdot b$ e $a' \cdot b$ si ottiene:

$$a \cdot b = A_{\text{st}} / C_{\text{MnO}_4^-}^{\text{st}} \quad \text{e} \quad a' \cdot b = A'_{\text{st}} / C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{\text{st}}$$

e sostituendo nella (7)

$$A = A_{\text{st}} \cdot C_{\text{MnO}_4^-} / C_{\text{MnO}_4^-}^{\text{st}} + A'_{\text{st}} \cdot C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} / C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{\text{st}}$$

da cui

$$A / A_{\text{st}} \cdot C_{\text{MnO}_4^-} / C_{\text{MnO}_4^-}^{\text{st}} + C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} / C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{\text{st}} \cdot A'_{\text{st}} / A_{\text{st}} \quad (10)$$

La (10) corrisponde all'equazione di una retta dove:

$$y = A/A_{\text{st}} \quad x = A'_{\text{st}}/A_{\text{st}} \quad b = C_{\text{MnO}_4^-} / C_{\text{MnO}_4^-}^{\text{st}} \quad a = C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} / C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{\text{st}}$$

Misurando l'assorbanza di due soluzioni standard di MnO_4^- e $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ e della miscela incognita a diverse lunghezze d'onda è possibile tracciare una retta: dai valori di a e b si può risalire alla concentrazione incognita delle due soluzioni, con le seguenti formule:

$$C_{\text{MnO}_4^-} = b \cdot C_{\text{MnO}_4^-}^{\text{st}} \quad (11)$$

$$C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = a \cdot C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}^{\text{st}} \quad (12)$$

Parte sperimentale

Apparecchiatura e reagenti

Le misure di assorbanza sono state effettuate tramite uno spettrofotometro Jasco V-630 UV/Vis.

Sono stati utilizzati:

1. Cuvette da 1 cm.
2. Matracci tarati da 50 mL e 1L
3. Buretta da 50 mL
4. Pipette graduate
5. Soluzione standard concentrata di $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Carlo Erba)
6. Soluzione standard concentrata di KMnO_4 (Carlo Erba)
7. H_2SO_4 2 N (Carlo Erba)

Procedura

Dopo aver sciolto 0,2828 g di $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, essiccato in stufa a 150 °C per 2 ore, in 1 L di H_2SO_4 in un matraccio tarato, ottenendo una concentrazione pari a 1000 mg/L come Cr, cinque soluzioni standard di dicromato di potassio sono state preparate versando rispettivamente 1, 5, 10, 15 e 20 mL di soluzione standard concentrata in matracci da 50 mL e portando a volume con H_2SO_4 2N. Successivamente 0,2877 g di KMnO_4 sono stati sciolti in 1 L H_2SO_4 2N in un matraccio tarato, ottenendo una concentrazione pari a 100 mg/L come Mn, e cinque soluzioni standard sono state preparate versando rispettivamente 1, 5, 10, 15 e 20 mL di soluzione standard concentrata in matracci da 50 mL portando a volume con H_2SO_4 2N.

È stata misurata infine l'assorbanza di tutte le soluzioni standard, sia di dicromato di potassio che di permanganato di potassio, a 443 nm (massimo assorbimento del dicromato di potassio) e a 525 nm (massimo assorbimento del permanganato di potassio).

Metodo dell'additività delle assorbanze

Determinazione dei coefficienti di assorbimento

In tabella 1 sono riportate le concentrazioni delle soluzioni standard del dicromato di potassio, i valori delle assorbanze alle due lunghezze d'onda dove si registrano le assorbanze massime rispettivamente per il dicromato e per il permanganato e i coefficienti di assorbimento del dicromato a 443 e

525 nm. In figura 1 invece sono riportati gli spettri di assorbimento delle soluzioni standard.

Tabella 1 - Coefficienti di assorbimento del dicromato di potassio

Soluzione	$C_{Cr_2O_7^{--}}$ (mg/L)	A_{443}	A_{525}	$a_{Cr_2O_7^{--}}^{443}$ (L/cm . mg)	$a_{Cr_2O_7^{--}}^{525}$ (L/cm . mg)
1	20	0,07	0,0067	0,0035	0,00034
2	100	0,35	0,028	0,0035	0,00028
3	200	0,71	0,075	0,0036	0,00038
4	300	1,05	0,10	0,0035	0,00033
5	400	1,40	0,13	0,0035	0,00033
			Valore medio	0,0035	0,00030
			Deviazione Standard	0,000056	0,000031

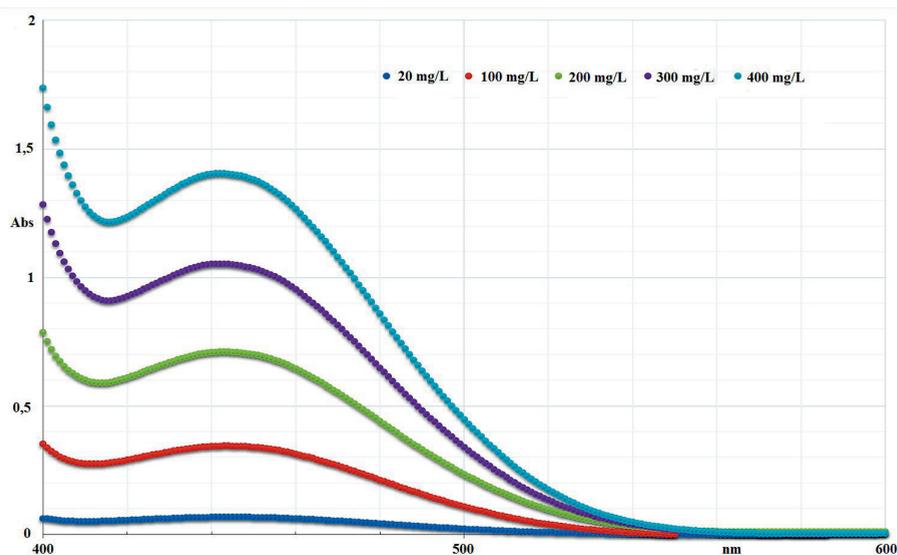


Figura 1 - Spettri di assorbimento del $K_2Cr_2O_7$

In figura 2 è riportato l'andamento lineare della legge di Lambert-Beer relativamente al dicromato di potassio. Dalla pendenza delle rette è possibile ricavare i coefficienti di assorbimento per i valori di assorbanza a 443 e 525 nm, [3].

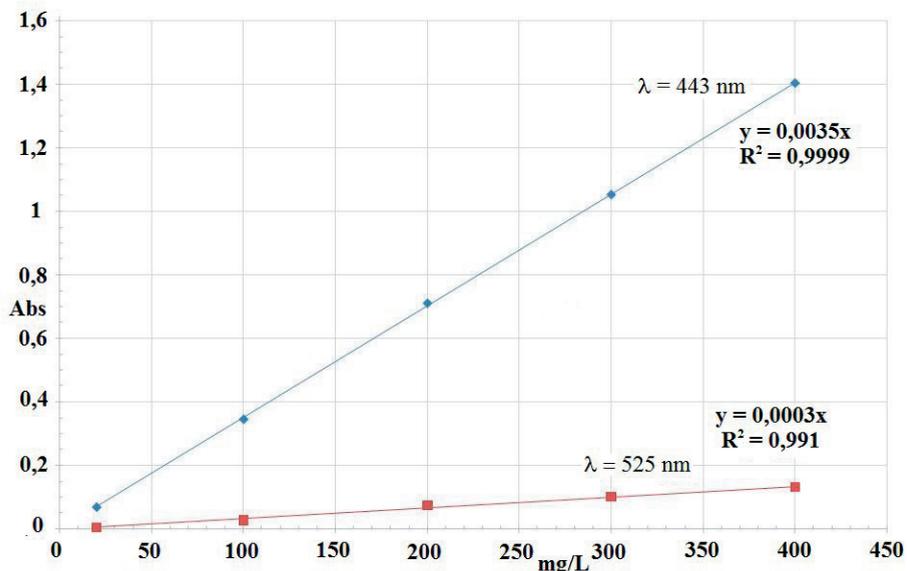


Figura 2 - Rette di taratura del $K_2Cr_2O_7$

In tabella 2 sono riportati le concentrazioni delle soluzioni standard del permanganato di potassio, i valori delle assorbanze alle due lunghezze d'onda dove si registrano le assorbanze massime rispettivamente per il dicromato e per il permanganato e i coefficienti di assorbimento del permanganato a 443 e 525 nm.

Tabella 2 - Coefficienti di assorbimento del permanganato di potassio

Soluzione	$C_{MnO_4^-}$ C mg/L	A_{443}	A_{525}	$a_{MnO_4^-}^{443}$ (L/cm·mg)	$a_{MnO_4^-}^{525}$ (L/cm·mg)
1	2	0,0037	0,0543	0,0019	0,027
2	10	0,010	0,2893	0,0010	0,029
3	20	0,022	0,6290	0,0011	0,031
4	30	0,033	0,9494	0,0011	0,032
5	40	0,049	1,2622	0,0012	0,032
			Valore medio	0,0012	0,031
			Deviazione Standard	0,00034	0,00203

In figura 3 invece sono riportati gli spettri di assorbimento delle soluzioni standard

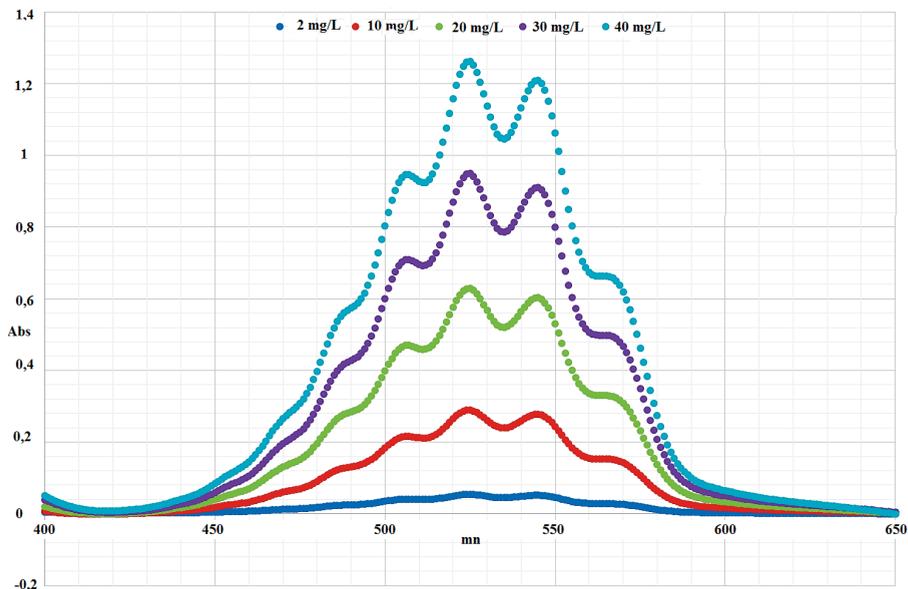


Figura 3 - Spettri di assorbimento del KMnO_4

In figura 4 è riportato l'andamento lineare della legge di Lambert-Beer del permanganato di potassio. Dalla pendenza delle rette è possibile ricavare i coefficienti di assorbimento per i valori di assorbanza a 525 nm e 443 nm, [3].

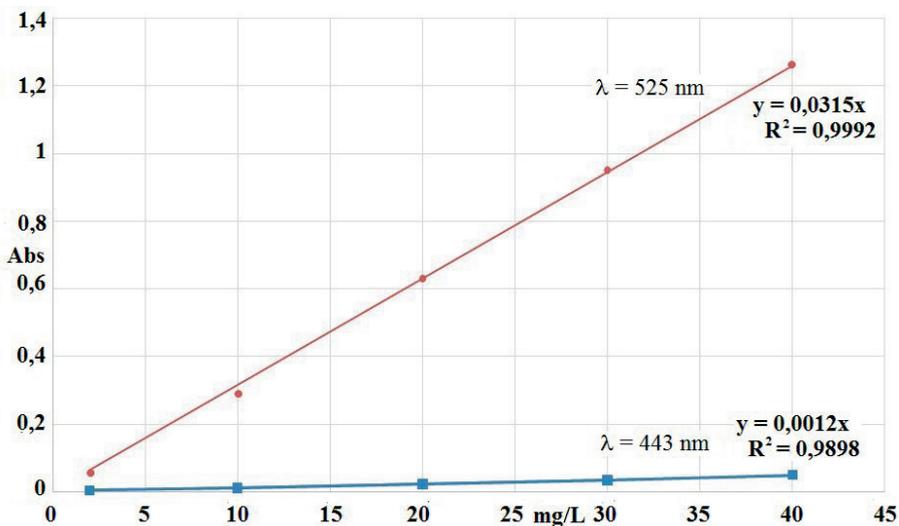


Figura 4 - Rette di taratura del KMnO_4

Successivamente sono state preparate sei miscele partendo dalle soluzioni standard delle due specie chimiche. Le miscele sono state preparate miscelando rapporti 1:1 delle soluzioni standard delle sostanze. Le concentrazioni presenti nelle soluzioni risultavano di conseguenza uguali alla metà di quelle di partenza.

Gli spettri delle miscele sono riportati in figura 5 e 6.

In figura 5 sono riportati gli spettri di assorbimento delle miscele in cui la concentrazione del permanganato è tenuta costante (5 mg/L) mentre quella del dicromato viene aumentata progressivamente da 50 mg/L fino a 200 mg/L. Come si può osservare, mentre le assorbanze relative alla presenza del permanganato rimangono sostanzialmente le stesse, le assorbanze del dicromato risultano pressoché pari alla metà delle assorbanze dei campioni standard di provenienza.

In figura 6 sono riportati invece gli spettri delle miscele 4, 5, e 6 in cui la forma degli spettri cambia per la presenza di una concentrazione dello ione permanganato più alta. In particolare due miscele hanno la stessa concentrazione dello ione permanganato (20 mg/L) e cambiano le concentrazioni di dicromato (100 e 200 mg/L). I valori delle assorbanze rimangono uguali per il permanganato e sono sostanzialmente la metà per il dicromato rispetto ai campioni standard di provenienza.

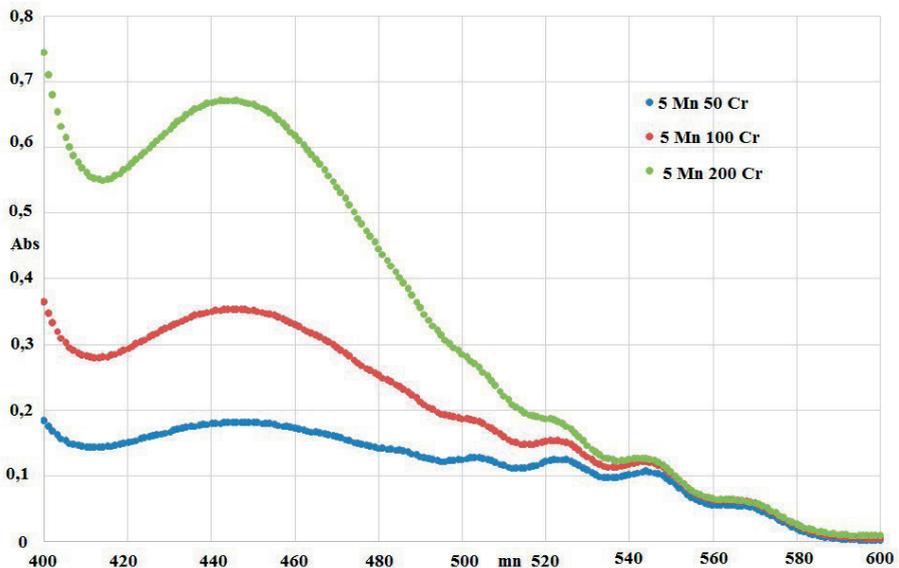


Figura 5 - Spettri delle miscele 1, 2 e 3

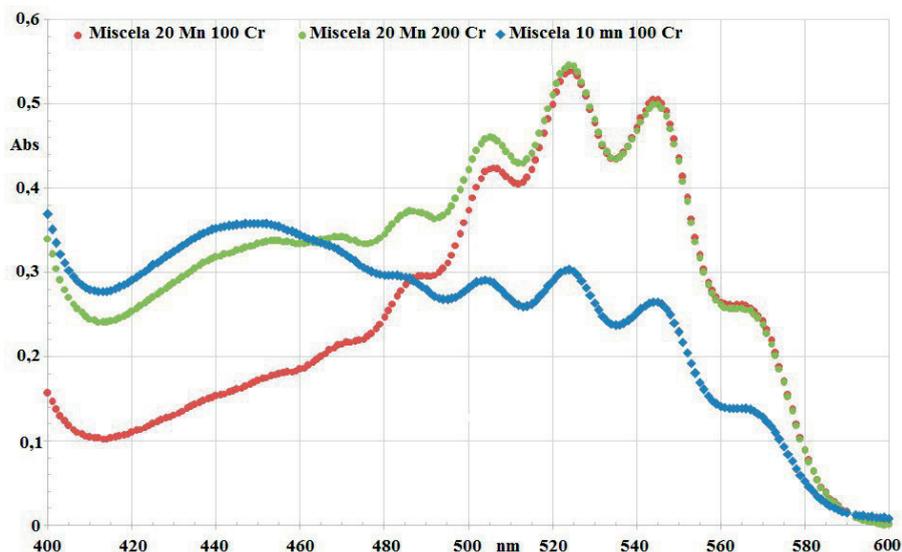


Figura 6 - Spettri delle miscele 4, 5 e 6

In tabella 3 sono riportati i valori delle concentrazioni di tutte le miscele preparate e i valori delle concentrazioni trovate.

Tabella 3 - Determinazione delle concentrazioni di Cr e Mn nelle miscele

Miscela	$C_{MnO_4}^{st}$ (mg/L)	$C_{Cr_2O_7}^{st}$ (mg/L)	A_{443}	A_{525}	$C_{trovata MnO_4^-}$ (mg/L)	$C_{trovata Cr_2O_7^{2-}}$ (mg/L)
1	5	50	0,18	0,12	3,55	50,39
2	5	100	0,35	0,15	3,89	99,60
3	5	200	0,67	0,18	3,72	191,08
4	20	50	0,16	0,54	17,43	38,76
5	20	100	0,32	0,54	17,11	86,32
6	10	100	0,36	0,30	8,91	98,56

Dal confronto tra i valori il metodo funziona solo per la determinazione del dicromato, per valori di concentrazione molto bassi del permanganato il metodo produce scarti molto consistenti che tendono a diminuire non appena le concentrazioni nella miscela aumentano.

Metodo di analisi per regressione lineare a diverse lunghezze d'onda

In tabella 4 sono riportati per le soluzioni standard scelte

$$(C_{\text{trovata MnO}_4^-} = 10 \text{ mg/L} ; C_{\text{trovata Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 100 \text{ mg/L})$$

e per le miscele 1, 2 e 3 (vedi tabella 3) i valori di assorbanza e dei rapporti $A'_{\text{st}}/A_{\text{st}}$ e A/A_{st} necessari per costruire le rette e determinare i coefficienti a e b .

Tabella 4 - Determinazione delle concentrazioni delle specie chimiche nelle miscele di $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ e KMnO_4

λ	A'_{st}	A_{st}	$A'_{\text{st}}/A_{\text{st}}$	Soluzione 1		Soluzione 2		Soluzione 3	
	$C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 100 \text{ mg/L}$	$C_{\text{MnO}_4^-} = 10 \text{ mg/L}$		A	A/A_{st}	A	A/A_{st}	A	A/A_{st}
500	0,11	0,18	0,59	0,12	0,68	0,19	1,02	0,29	1,55
490	0,16	0,13	1,20	0,13	0,99	0,21	1,63	0,36	2,71
480	0,21	0,09	2,34	0,14	1,57	0,25	2,78	0,45	4,91
470	0,27	0,06	4,43	0,16	2,62	0,30	4,87	0,54	8,91
460	0,31	0,03	9,52	0,17	5,22	0,33	10,00	0,62	18,74
450	0,34	0,02	17,95	0,18	9,52	0,35	18,50	0,66	35,03
				$C_{\text{MnO}_4^-}$ trovata	$C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$ trovata	$C_{\text{MnO}_4^-}$ trovata	$C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$ trovata	$C_{\text{MnO}_4^-}$ trovata	$C_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$ trovata
					50,92	4,18	100,72	3,92	192,89

Usando il metodo della regressione lineare è possibile determinare b e il coefficiente angolare della retta a per tutte la serie di miscele preparate. In figura 7, 8 e 9 sono riportate le rette ottenute.

Dal confronto tra i valori anche in questo caso il metodo funziona solo per la determinazione della concentrazione del dicromato mentre per valori di concentrazione molto bassi del permanganato il metodo produce scarti molto consistenti che tendono a diminuire non appena le concentrazioni del Mn nella miscela crescono.

In tabella 5 sono riportati quelli per le miscele 4, 5 e 6 (vedi tabella 3).

Tabella 5 - Determinazione delle concentrazioni delle specie chimiche nelle miscele di $K_2Cr_2O_7$ e $KmnO_4$

λ	A'_{st} $C_{Cr_2O_7^{2-}} = 100\text{mg/L}$	A_{st} $C_{MnO_4^-} = 10\text{ mg/L}$	A'_{st}/A_{st}	Soluzione 4		Soluzione 5		Soluzione 6	
				A	A/A _{st}	A	A/A _{st}	A	A/A _{st}
500	0,11	0,18	0,59	0,37	2,04	0,42	2,29	0,28	1,53
490	0,16	0,13	1,20	0,30	2,25	0,37	2,80	0,28	2,13
480	0,21	0,09	2,34	0,25	2,71	0,35	3,81	0,30	3,27
470	0,27	0,06	4,43	0,21	3,55	0,34	5,64	0,32	5,35
460	0,31	0,03	9,52	0,18	5,60	0,33	10,14	0,34	10,44
450	0,34	0,02	17,95	0,17	9,01	0,33	17,59	0,36	18,87
				$C_{MnO_4^-}$ trovata	$C_{Cr_2O_7^{2-}}$ trovata	$C_{MnO_4^-}$ trovata	$C_{Cr_2O_7^{2-}}$ trovata	$C_{MnO_4^-}$ trovata	$C_{Cr_2O_7^{2-}}$ trovata
				17,74	40,29	17,49	88,21	9,30	99,94

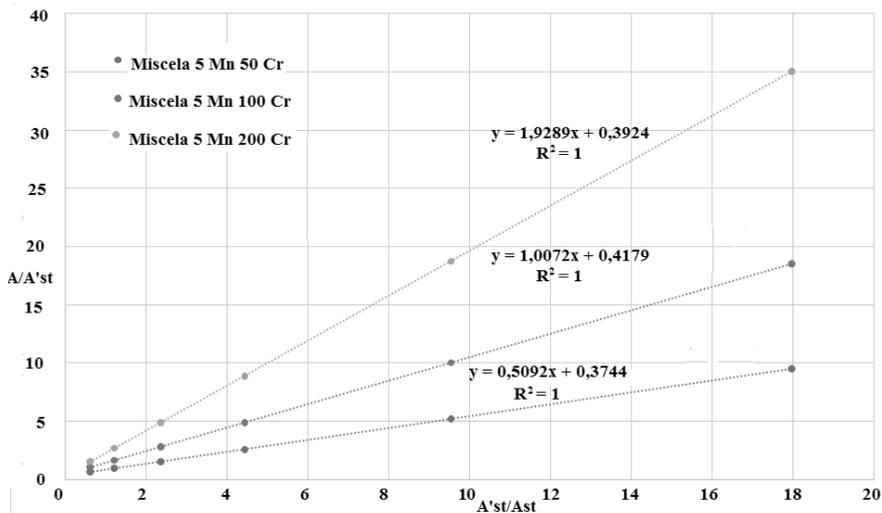


Figura 7 - Rette per le miscele 1, 2 e 3

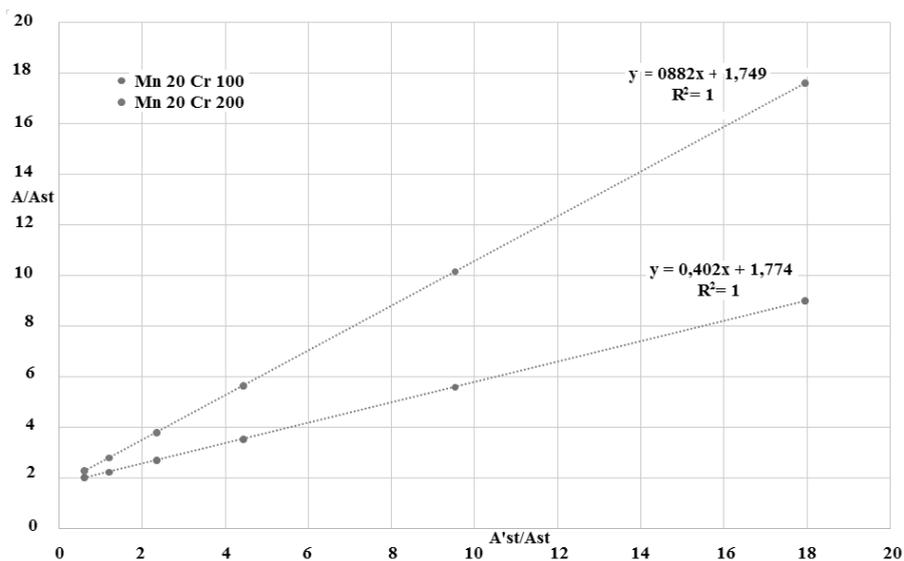


Figura 8 - Rette per le miscele 4 e 5

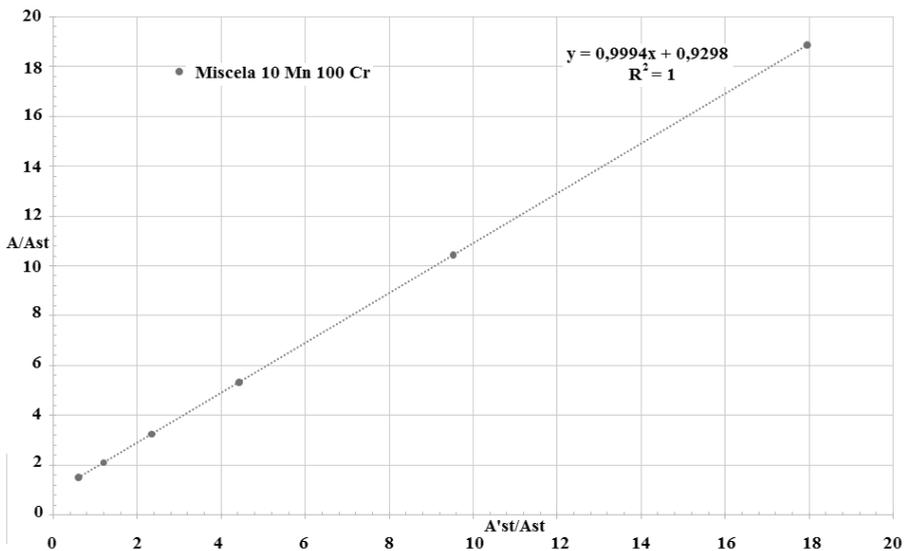


Figura 9 - Retta per la miscela 6

Conclusioni

Le concentrazioni ottenute con i due metodi (tabella 6), sono sostanzialmente equivalenti. In particolare se si valutano gli scarti relativi alla concentrazione del permanganato il metodo della regressione lineare fornisce valori più bassi per tutte le miscele prese in esame, anche se in ogni caso i valori sono piuttosto consistenti per entrambi i metodi oscillando da un 28,94% per la miscela 1 a un 7,02% per la miscela 6. Se si prendono invece in esame gli scarti relativi alla concentrazione del dicromato i metodi sembrano essere attendibili fornendo scarti inferiori al 5% per le miscele 1, 2, 3, 6, mentre nelle miscele 4 e 5 le differenze nei valori tornano ad essere più alte.

Occorre tenere in considerazione che per testare ulteriormente l'accuratezza dei metodi si potrebbero preparare i campioni secondo rapporti diversi di concentrazioni delle due specie chimiche.

Tabella 6 - Comparazione risultati ottenuti con il metodo dell'additività e per regressione lineare

Miscele	Metodo per RL		Metodo Additività		Scarto Metodo per RL (%)	Scarto Metodo Additività (%)	Scarto Metodo per RL (%)	Scarto Metodo Additività (%)
	$C_{MnO_4^-}$ mg/L	$C_{Cr_2O_7^{2-}}$ mg/L	$C_{MnO_4^-}$	$C_{Cr_2O_7^{2-}}$	$C_{MnO_4^-}$	$C_{MnO_4^-}$	$C_{Cr_2O_7^{2-}}$	$C_{Cr_2O_7^{2-}}$
Miscela 1	3,74	50,92	3,55	50,39	-25,12	-28,94	1,84	0,78
Miscela 2	4,18	100,72	3,89	99,60	-16,42	-22,20	0,72	-0,40
Miscela 3	3,92	192,89	3,72	191,08	-21,52	-25,62	-3,55	-4,46
Miscela 4	17,74	40,29	17,43	38,76	-11,30	-12,83	-19,42	-22,47
Miscela 5	17,49	88,21	17,11	86,32	-12,54	-14,47	-11,79	-13,68
Miscela 6	9,30	99,94	8,91	98,56	-7,02	-10,94	-0,06	-1,44

Bibliografia

1. Cozzi R., Trotti P. e Ruaro T., Elementi di Analisi Chimica Strumentale, Tecniche di analisi con estensione digitale per Biotecnologie Ambientali 2^a Ed., Zanichelli Editore, 2014.
2. Cozzi R., Trotti P. e Ruaro T., Analisi Chimica Strumentale, 2^a Ed. Metodi Ottici, Zanichelli Editore, 1998.
3. Sanjeev R., Jagannadham V., Ravi R., Veda Vrath R., Arijit Das, Simultaneous Equations as a Tool in the Spectrophotometric Analysis of Two Non-interacting Substances in a Binary Mixture: Senior Undergraduate Physical and Physical-Organic, Chemistry Laboratory Experiment, Journal of Laboratory Chemical Education 2013, 1(4): 59-64

Costruire i concetti nel contesto di appartenenza

Enrico Mansueti¹, Liberato Cardellini²

¹ IIS Ceccano, Frosinone.

² Università Politecnica delle Marche, Ancona.
enricomansueti@virgilio.it; l.cardellini@univpm.it

Riassunto

Studenti e docenti di un istituto alberghiero hanno collaborato alla redazione di un manuale di sana alimentazione con La lega italiana per la lotta contro i tumori con il coordinamento dell'insegnante di chimica. Il percorso didattico è riuscito a contestualizzare le reazioni chimiche dei principali alimenti antiossidanti attraverso prove sperimentali che, realizzate dagli alunni anche a casa, hanno contribuito alla redazione delle ricette inserite nel volume. Ogni prova è stata discussa e rielaborata all'interno del gruppo di lavoro alternando la didattica capovolta all'approccio cooperativo.

Molti degli esperimenti, di semplice esecuzione, sono scaturiti dalla fantasia e dalle domande dei ragazzi, che hanno suggerito molte delle successive prove sperimentali. Poiché il contesto di provenienza degli studenti con difficoltà di apprendimento e quello degli alunni poco motivati sono spesso caratterizzati da deprivazione culturale, il successo e la partecipazione riscontrata per entrambi i gruppi suggerisce che l'utilizzo dei compiti di realtà nella costruzione delle competenze, possa riparare al comune deficit di fattori stimolanti. Il fatto concreto, gradino pavlovianamente più basso nei processi di apprendimento, rappresenta la fondazione dell'intero edificio cognitivo; è perciò particolarmente importante per costruire stabilmente la nuova conoscenza nelle strutture mentali a basso grado di astrazione.

La contestualizzazione dell'insegnamento può essere percepita come terminale bisenso: motivazionale dalla questione alla situazione, mentre nel verso contrario rappresenta il serbatoio psicologico e motivazionale da cui trarre le sensazioni di adeguatezza indispensabili per far fronte al compito richiesto. Il dibattito e le argomentazioni socio-scientifiche hanno contribuito ad alimentare l'interesse per il progetto. Se lo scopo delle attività didattiche diventa condiviso e riferibile a scenari familiari si possono attivare infatti sia la mobilitazione intrinseca che quella estrinseca, come dimostrato dagli approfondimenti sulle strategie del marketing alimentare che hanno reso il processo di apprendimento ancor più utile e coinvolgente.

Abstract

Students and teachers of a hotel management school worked together with the Italian League for the Fight Against Cancer in order to establish a healthy eating guide under the supervision of a chemistry teacher. The course was able to contextualize the chemical reactions of the main antioxidant foods through experimental tests carried out by the students both at school as well as at home. They contributed to the preparation of the recipes included in the book, the eating guide. Each test was discussed and revised by a cooperative team, alternating the flipped classroom with a cooperative approach. Many simple-to-perform experiments have sprung from their imagination and the questions of the students, who have suggested further tests.

The context of students with learning disabilities and that of unmotivated pupils are often characterized by cultural deprivation. The success and participation observed for both groups suggest that the use of the tasks of reality in the construction of competencies can repair the common deficit of stimulating factors. The experiment, the lowest step in the learning process, is the foundation of the entire cognitive building; it is therefore particularly important to steadily build new knowledge in the mental structures of low degree of abstraction. In learning, the experiment can be a motivational factor and is also the emotional psychological reservoir from which to draw the adequate sensations which are essential to cope with the required task.

If the educational activities become shared and related to familiar scenarios, both the intrinsic and the extrinsic mobilization can be activated, as demonstrated by the insights on food marketing strategies which have made the learning process even more useful and engaging. Debates and socio-scientific argumentations have contributed to feed the interest in the project.

Introduzione

L'evoluzione tecnologica della società propone modalità di accesso alle informazioni sempre più rapide senza il tempo di una riflessione consapevole; davanti ai nuovi media gli adolescenti recepiscono i messaggi e le informazioni, di per sé brevi e semplificate, in modo veloce e immediato. Tutti, o quasi, sembrano aver capito. Sappiamo però che i processi di consapevolezza e strutturazione della conoscenza procedono attraverso processi complessi: l'apprendimento significativo si attiva attraverso il pensiero critico e riflessivo, incompatibile con i tempi e i modi della velocità.

Educare a pensare è fondamentale: solo l'eliminazione del rumore di fondo di una comunicazione ridondante fatta di messaggi elettronico-sensoriali permette un'elaborazione mentale lenta e consapevole, conceden-

do possibilità di astrazione altrimenti impossibili. La scuola, nel tentativo di porsi da filtro fra i diversi media informativi, rischia talvolta di assecondare delle mode, come quando viene promosso l'utilizzo "didattico" di tablet e smartphone in maniera indiscriminata rispetto al reale uso nel processo di apprendimento, con l'illusione di motivare gli studenti.

Anche i libri di testo, pieni di immagini a colori con intento accattivante, sembrano rispondere a questa esigenza di interessare e motivare allo studio. La motivazione ha assunto una posizione sempre più rilevante nell'istruzione perché la competizione tra molteplici interessi purtroppo ha retrocesso la scuola e l'impegno nella scala delle priorità per molti studenti. Allora dobbiamo chiederci come alimentare la curiosità verso la conoscenza e le scienze che caratterizza le scuole elementari, ma che non essendo sostenuta la motivazione diminuisce nell'adolescenza. Secondo un rapporto della Commissione Europea l'istruzione spesso fallisce nel dare ai giovani "the opportunity of a cumulative development of understanding and interest" per i metodi utilizzati e per l'eccessiva quantità del materiale proposto e come conseguenza "students have a perception of science education as irrelevant and difficult". (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson, & Hemmo, 2007, p. 9)

Anche l'interesse per la chimica negli ultimi anni è diminuito. Secondo Aikenhead (2003, p. 103) questo è avvenuto perché "chemistry and physics are irrelevant and boring, mainly because their instruction is out of synchrony with the world outside of school". In un esteso studio sul curriculum scolastico dell'istruzione scientifica, che ha coinvolto 144 studenti, 117 genitori e 27 docenti, Osborne e Collins (2000) hanno trovato che la scienza è considerata come un importante argomento di studio da parte di tutti gli studenti e dei loro genitori, ma che l'istruzione scientifica è valutata dagli studenti solo come argomento per realizzare aspirazioni di carriera, piuttosto che come un soggetto di interesse intrinseco; "The subject that attracted the most antipathy was, surprisingly, chemistry. This was seen as abstruse and irrelevant to contemporary needs." (p. 5)

Oltre al costrutto psicologico della motivazione, anche la popolarità e la rilevanza di ciò che viene insegnato debbono essere tenuti in considerazione. La popolarità è in relazione al fatto che il modo in cui viene insegnato sia piacevole per gli studenti e sia amato almeno dalla maggior parte degli studenti della classe, in quanto collegata con il desiderio di imparare la materia. Per essere ritenuto rilevante un insegnamento deve avere lo scopo di sviluppare delle competenze utili agli studenti. La rilevanza riguarda l'utilità di ciò che gli studenti devono imparare ed è in relazione con il coinvolgimento degli studenti nell'apprendimento significativo. (Holbrook, 2008)

Van Aalsvoort (2004, p.1635) suddivide la rilevanza in quattro categorie:

a) personal relevance - chemical education ought to make connections to pupils' lives; b) professional relevance – chemical education ought to offer pupils a picture of possible professions; c) social relevance – chemical education ought to clarify chemistry's purpose in human and social issues; and d) personal/social relevance – chemical education ought to help pupils to develop into responsible citizens. In letteratura non c'è completo accordo sul significato della rilevanza: nell'istruzione scientifica è un termine utilizzato in vari modi ed è spesso usato come sinonimo di altri concetti educativi. (Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman, Eilks, 2013)

La motivazione

Come può in senso lato l'interesse per le scienze essere risvegliato e sostenuto? La scienza riguarda tutti, sia nella vita di tutti i giorni che in quella professionale. Come persone e come cittadini dobbiamo costantemente prendere decisioni che possono essere considerate ragionevoli soltanto se si tengono in debito conto le connesse evidenze scientifiche. (Krapp, Prenzel, 2011, p. 28) Molti studi hanno messo in evidenza che la motivazione degli studenti svolge un ruolo importante nelle loro strategie di apprendimento, nello sviluppo del pensiero critico, del problem solving e nel cambiamento concettuale. In riferimento all'apprendimento, la motivazione ha un ruolo fondamentale perché come è stato affermato "Students' motivation generates, directs, and sustains what they do to learn." (Ambrose et al., 2010, p. 69)

Brophy (2004, p. 249) definisce la motivazione a imparare come "a student's tendency to find academic activities meaningful and worthwhile and to try to get the intended learning benefits from them." Pintrich e Schunk definiscono la motivazione come "the process whereby goal-directed activity is instigated and sustained" (2002, p. 5). La motivazione è un costrutto complesso e gli studiosi fanno una distinzione tra motivazione intrinseca e motivazione estrinseca. Sviluppata da Ryan e Deci (2002), la Self-Determination Theory (SDT) indica l'importanza che ha la motivazione come impulso nel guidare il comportamento umano. La SDT postula una naturale tendenza verso la crescita e lo sviluppo, ma mette in evidenza la differenza tra motivazione intrinseca ed estrinseca. "intrinsic motivation, which refers to doing something because it is inherently interesting or enjoyable" e "extrinsic motivation, which refers to doing something because it leads to a separable outcome." (Ryan, Deci, 2000a, p. 55)

La tendenza a cercare nuove sfide, ad utilizzare e ampliare le proprie competenze e ad esplorare nuove aree, nonché ad imparare, è un componente della nostra natura. "The construct of intrinsic motivation describes this natural inclination toward assimilation, mastery, spontaneous interest, and exploration that is so essential to cognitive and social development and

that represents a principal source of enjoyment and vitality throughout life.” (Deci, Ryan, 2000b, p. 70). Nella situazione scolastica di solito si tende a stimolare gli studenti attraverso approcci motivazionali estrinseci da parte del docente: troppo spesso l’elemento mancante è la rilevanza dell’apprendimento agli occhi di chi apprende. Decenni di ricerche sulla motivazione non sono però fino ad ora state contestualizzate per le varie discipline. Infatti è stato osservato che “motivation research from psychological perspectives has not typically reported contextualized and discipline-specific understandings of motivation in classrooms. Although many motivation researchers have chosen to examine theoretical constructs specifically in mathematics, this research has largely ignored what is taught and learned and how and why students are learning about mathematics.” (Turner, Meyer, 2009, p. 534)

La motivazione ad apprendere può essere catalizzata o minata da parecchi fattori; i più importanti includono l’ambiente scolastico, i genitori e gli insegnanti. Per molti studenti la paura del brutto voto ha perso l’aspetto motivante verso lo studio e l’impegno, perciò è importante cercare nuove strade per interessare e coinvolgere gli studenti. Ora più che mai, l’insegnante ha la necessità di riflettere sulle proprie strategie di lavoro, per elaborare processi di insegnamento-apprendimento che siano certamente coinvolgenti, e quindi appetibili, ma anche capaci di attivare il pensiero complesso, che altrimenti avrebbe scarsissime occasioni di essere coltivato. La motivazione produce il maggior effetto quando raggiunge la giusta intensità rispetto al compito che lo studente deve eseguire. Secondo Brophy (2004, p. 16) “For most tasks, there is a curvilinear relationship between motivational intensity and degree of success achieved. That is, performance is highest when motivation is at an optimal level rather than either below or above this optimal level.” La necessità di un adeguato livello di motivazione viene evidenziata anche da Csikszentmihalyi, che per spiegarla ha introdotto la nozione di flusso. (Csikszentmihalyi, 1990)

Il compito assegnato agli studenti deve avere un adeguato livello di difficoltà: importante è il concetto di zona di sviluppo prossimale introdotto da Vygotskij (Bransford, Brown, Cocking, 2000, Ch. 4). L’analisi delle difficoltà ha avuto una parte importante nelle considerazioni fatte nel progettare il lavoro oggetto di questo articolo. In generale, considerare il livello di difficoltà di un compito che vogliamo assegnare ai nostri studenti dovrebbe essere parte della buona prassi didattica. Un problema troppo facile scoraggia l’impegno degli studenti, mentre uno troppo difficile non viene preso seriamente in considerazione. Come ci ricorda Daniel Willingham (2009, p. 13), “solving a problem gives people pleasure, but the problem must be easy enough to be solved yet difficult enough that it takes some mental effort.” La valutazione del livello di difficoltà è una delle

componenti per coinvolgere attivamente gli studenti nell'apprendimento e per poter sperare in risultati soddisfacenti dal punto di vista didattico e del successo scolastico.

Motivare gli studenti all'impegno richiesto per sviluppare il pensiero critico e la riflessione non è compito facile. È un processo che richiede tempo, una adeguata professionalità da parte dell'insegnante e l'utilizzo di metodi di insegnamento che hanno dimostrato la loro efficacia, come la cooperative learning, le mappe concettuali e il problem solving. Questi metodi e alcune buone pratiche sviluppate da insegnanti, si sono dimostrati efficaci per raggiungere gli obiettivi del progetto europeo PROFILES, acronimo di: Professional Reflection Oriented Focus on Inquiry Learning and Education through Science. (Brianzoni, Cardellini, 2015).

Coinvolgere gli studenti in modo significativo comporta molto impegno da parte dell'insegnante e doti umane che rendano l'insegnante un esempio anche da ammirare, sia per le sue aspettative legate al fatto che tutti gli studenti possono imparare che per il suo interesse per la materia che insegna. (Moè, 2011) Condividiamo il suggerimento di Dudley Herron (2002, p. 57) "The real question is how one can get students interested in learning – more correctly, interested in learning those things that adults deem worthwhile. Seduction, I think."; la nostra ambizione professionale dovrebbe spingerci ad insegnare in modo tale da conquistare l'interesse dei nostri studenti.

Questo perché l'apprendimento significativo va oltre il normale impegno scolastico e richiede di ripensare e riflettere su quanto si è appreso, fare ipotesi, argomentare, controllare la catena del ragionamento, cercare altre informazioni, cercare gli errori: questo avviene in un tempo adeguato e richiede un impegno molto superiore rispetto alla memorizzazione di concetti finalizzata a una bella figura all'interrogazione. Tutto ciò trova conferma in quanto ha scritto Daniel Willingham, l'autore di *Why Don't Students Like School?* (2009, p. 3) "People are naturally curious, but we are not naturally good thinkers; unless the cognitive conditions are right, we will avoid thinking."

La professionalità dell'insegnante permette di creare un ambiente di apprendimento adeguato ove queste conoscenze teoriche possano essere tradotte in pratiche scolastiche che motivano gli studenti. Questo ambiente di apprendimento spesso richiede un contesto che favorisca l'acquisizione della conoscenza curriculare: un contesto che tenga conto "of how students can be expected to develop a map of scientific knowledge from contexts and how to make this knowledge useful for other contexts by transfer." (Gilbert, Bulte, Pilot, 2011, p. 818)

Il percorso didattico

Nell'istituto alberghiero la programmazione di scienze integrate-chimica per

essere coerente con quanto fin qui affermato sui diversi aspetti della motivazione, dovrebbe permettere la costruzione dell'apprendimento attraverso la concatenazione alternata dei concetti con compiti contestualizzati al giusto livello di difficoltà, come nell'esempio seguente:

- Lezioni sulla struttura atomica
- Reazioni con scambio di elettroni: ossidazione e riduzione
- Formazione di ioni e radicali liberi
- Ossigeno: indispensabile per la vita, ma i radicali liberi?
- Proprietà degli alimenti freschi e conservati: la bromelina dell'ananas.
- Antiossidanti e alimentazione: il test ORAC
- Proprietà nutritive della vitamina C: il limone e i succhi di frutta
- Le ricette e il manuale di sana alimentazione.

Questo programma è stato suddiviso in quattro moduli e in un numero adeguato di unità di apprendimento secondo quanto riportato nella tabella seguente:

Tabella 1. I quattro moduli e le unità di apprendimento.

Modulo	Unità di apprendimento	Altre discipline coinvolte
Struttura della materia (e prime trasformazioni)	<p>1. Atomo e particelle subatomiche</p> <p>2. Sistema Periodico degli elementi</p> <p>3. Ossidazione e riduzione: La pellicola di alluminio in cucina</p> <p>4. Ossidazione e riduzione: L'argentatura delle posate</p>	<p>Scienza e cultura dell'alimentazione</p> <p>Lab enogastronomia</p>
Legami chimici, stati della materia e solubilità	<p>1. Legami chimici (ionico, covalente puro e polare, dativo)</p> <p>2. Forze intermolecolari: stati della materia e passaggi di stato. Curva dell'acqua</p> <p>3. Solubilità: miscugli omogenei ed eterogenei (maionese; cocktail; sequenza di condimento di un'insalata)</p> <p>4. Concentrazione delle soluzioni: grado alcolico, normativa e problemi per la salute</p>	<p>Lab Sala-bar</p> <p>Lab enogastronomia</p>
Sostanze di impiego comune e per uso professionale	<p>1. Rischio chimico: studio di etichette e pittogrammi</p> <p>2. Acque nell'alimentazione: composizione-classificazione, abbinamenti con i piatti del menù</p> <p>3. Composti chimici organici: proteine, carboidrati e grassi alimentari</p> <p>4. Composti chimici inorganici: sale da cucina e altri Sali; acidi e basi; pH di sostanze alimentari</p>	<p>Scienza e cultura dell'alimentazione</p> <p>Discipline professionali</p>
Prove sperimentali di trasformazione chimica degli alimenti	<p>1. Antiossidanti veri: potenzialità didattiche in una mela</p> <p>2. Grassi e punto di fumo; stabilità all'ossidazione</p> <p>3. Alimenti freschi e conservati: l'ananas non fa dimagrire (ma contiene un enzima)</p> <p>4. L'assenza di ossigeno: panificazione e produzione di bevande alcoliche</p> <p>5. Ossidazione di un succo di frutta con la tintura di Iodio</p> <p>6. Il limone in cucina: motivi chimici</p>	<p>Laboratorio di enogastronomia</p> <p>Scienza e cultura dell'alimentazione</p>

Come in una mappa concettuale, il percorso didattico si è sviluppato attorno al significato di ossidazione, poiché come descritto più avanti, è sembrato che premesse, obiettivi e dati di partenza non permettessero di prescindere. Nel quadro che si è delineato, struttura atomica, protoni e reazioni con scambio di elettroni rappresentano i nodi fondamentali.

Per l'insegnante il programma e i concetti erano necessari per la formazione mentale e professionale degli studenti: il problema era di rendere questo percorso didattico importante e rilevante per gli studenti. Soprattutto in una scuola professionale è necessario usare un contesto per rendere appetibile lo studio della chimica. Per questo motivo era necessario escogitare un percorso di appropriazione attiva di conoscenze che fossero indispensabili per il loro percorso formativo.

Colloqui esplorativi effettuati nelle classi avevano messo in luce che sana alimentazione nella mente degli studenti spesso significa un miscuglio di informazioni generiche fondate sul consumo di frutta e verdura, timori sulla carne rossa, misconcetti sui grassi e abitudini alimentari sbagliate. Rispetto a specifici alimenti, talvolta correttamente riconosciuti come antitumorali, come ad esempio il cavolo, non si aveva la minima conoscenza del meccanismo di azione e dei reali benefici. Gli studenti, spesso abituali frequentatori di palestre e luoghi di fitness, hanno vaghe idee sull'utilità nella dieta di prodotti antiossidanti e degli integratori, noti soprattutto grazie alla pubblicità. Le ragazze sono solitamente ferrate in merito al contenuto calorico di diversi alimenti, senza però saper definire correttamente il concetto, la sua storia e soprattutto conoscere le modalità di misura.

Il progetto

L'apprendimento è un fenomeno mentale multiforme in cui la motivazione svolge una funzione chiave. Contestualizzare le attività contribuisce ad accrescerne l'interesse specie se il contesto è ritenuto rilevante dagli studenti. Infatti, "The most important problem with traditional teaching methods is that children are not learning skills; teaching is more concentrated on imparting factual knowledge to students. ... [Another] is that students are not given the opportunity to pursue new knowledge in the service of achieving intrinsically motivating goals." [A better approach] "is creating a model in which learning goals aim for students to learn "how to" rather than "know that."" (Schank, Berman, Macpherson, 1983, p. 165)

Alla fine del 2014 la LILT (Lega italiana per la lotta contro i tumori, sezione di Frosinone), si è rivolta alla Dirigente della scuola IIS Ceccano, con la richiesta di ricette da inserire in un manuale di sana alimentazione per il progetto Salute senza confini, approvato e finanziato dal Ministero delle Politiche Sociali e del Lavoro, rivolto agli adolescenti e ai giovani adulti malati di tumore. Interpellato dal Dirigente, uno di noi (EM) ha colto nell'iniziativa l'opportunità di collegare l'insegnamento della chimica a uno specifico contesto culturale. Per essere motivante, anche il titolo del progetto deve essere familiare e rilevante per gli studenti: "This provides the first invitation to students to initiate their thinking and provides the opportunity to move away from a standard science conceptual learning need, established

by the usual teaching, towards wider, student relevant and intrinsically-led learning.” (Rannikmäe, Teppo, Holbrook, 2010, p. 119)

Sebbene la LILT avesse chiesto un impegno diretto soltanto dagli insegnanti di enogastronomia, è stato ottenuto per gli allievi un ruolo attivo, riconosciuto e riconoscibile all'interno del progetto, contestualmente alla partecipazione di studenti con difficoltà di apprendimento. Nella strutturazione della programmazione curriculare si è fatto in modo di inserire il progetto in maniera coerente ed omogenea. Dopo l'illustrazione del progetto nelle classi seconde, 40 studenti hanno deciso di partecipare e alla fine del progetto sono risultati autori di 80 ricette. Gli alunni sono sostanzialmente riconducibili a tre categorie:

- Il gruppo degli “onnivori”, caratterizzato da impegno costante in tutte le discipline, con ottimi voti, ma a volte senza reali e circostanziati interessi; questi studenti sono spesso mossi dall'ansia del voto e vivono con grande difficoltà gli eventuali momenti di insuccesso. La loro prima preoccupazione è capire cosa pretenderà l'insegnante in sede di verifica. Pur manifestando spesso scetticismo per nuovi approcci didattici, sono la gioia di molti insegnanti; all'interno del progetto otto studenti possono essere inseriti in questa categoria.
- Un secondo gruppo composto da 20 studenti (molte delle ragazze ne fanno parte), noti generalmente come apatici e con poco interesse per la scuola; poco comunicativi col docente ma solitamente vivaci nel raccontare gli eventi della loro vita privata. Nel corso del lavoro questo gruppo è risultato particolarmente entusiasta e collaborativo, sobbarcandosi anche di compiti in più con continue richieste fatte al docente. In chiusura dell'anno scolastico all'inizio della lezione ancora chiedevano: Cosa facciamo oggi? Molti erano caratterizzati da un forte impegno nel supporto ai compagni in difficoltà.
- Il terzo gruppo comprende ragazzi interessati e incuriositi, non tanto per la novità in sé quanto probabilmente per la speranza di ottenere finalmente risultati positivi. Insicuri e solitamente poco loquaci, si è rischiato di perderne qualcuno durante le varie fasi del progetto. Ne fanno parte quasi tutti gli alunni con difficoltà cognitive certificate. Sono stati seguiti dai docenti del dipartimento di sostegno e da compagni appartenenti al secondo gruppo, che li hanno motivati e supportati, sia nei lavori di gruppo in classe che fuori dalla classe.



Figura 1 Studenti al lavoro nella soluzione di un problema.



Figura 2. Studenti e insegnanti coinvolti nel progetto.

Le lezioni frontali sono state dedicate all'analisi dei modelli atomici che si sono succeduti nel corso dei secoli, confutati alla lavagna attraverso i dati forniti dai ragionamenti logici e dagli esperimenti storici; gli studenti hanno imparato a disegnare gli atomi degli elementi chimici più comuni, attribuendo il corretto numero e la posizione alle particelle subatomiche (Configurazione elettronica). Con la spiegazione dell'ottetto, è stato possibile analizzare anche la formazione dei legami, degli ioni e dei radicali, introducendo le reazioni biologiche di ossidazione e di riduzione.

Per rendere familiare e significativo il concetto, il fenomeno dell'ossidazione è stato contestualizzato nello scenario più familiare agli studenti: la cucina. Infatti, come Jacobs e Harvey (2012, p. 195) affermano “Learning is dependent on several factors but most vital is the engagement of the learner with the environment, that is, a psychological connection with the setting in which the learning takes place.” Settimane prima un alunno aveva chiesto spiegazioni su un fenomeno che aveva osservato in casa: da un piatto di polenta al ragù coperto con la “carta” di alluminio dopo poche ore era scomparsa la pellicola protettiva (*“professore secondo me si è sciolta nella polenta”*).

È opinione comune, purtroppo anche nell'istituto alberghiero, che la pellicola di alluminio non debba essere usata nella conservazione e preparazione degli alimenti acidi. I ragazzi sapevano però che la pellicola di alluminio costituisce un elemento fondamentale nella ricetta del pesce al cartoccio, che si prepara con una o più fette di limone. Per gli studenti delle seconde, coscienti che il limone ha un pH acido, c'era dunque un palese conflitto. Dopo una discussione in classe è stato deciso di eseguire degli esperimenti, ponendo un alimento in tre contenitori diversi: uno di plastica, uno di vetro e uno di acciaio, ciascuno ricoperto con una pellicola di alluminio.

Dopo alcuni giorni la pellicola che ricopre il cucchiaino di acciaio presenta dei piccoli fori che col tempo si sono ingranditi.



Figura 3. La pellicola di alluminio si è ossidata e il ferro del cucchiaino si è ridotto (l'acciaio è una lega di ferro e carbonio).

I dati dell'esperimento, ripetuto con alimenti come pomodoro, pasta cotta, pane inumidito, e diversi tipi di frutta, suggeriscono che la pellicola di alluminio interagisce attraverso lo scambio di elettroni se è posta a contatto con un altro metallo a diverso potenziale, purché vi sia un mezzo acquoso come ponte di contatto (o un alimento, che quindi deve essere al limite del

bordo del recipiente); questo avviene indipendentemente dal cibo utilizzato e quindi dal pH. L'alunno, che all'inizio aveva posto il problema, interpellata la madre, ha poi confermato che il contenitore della polenta da cui era partita la sua domanda era un vassoio di acciaio.

La discussione sui fenomeni ossidativi ci ha portato ad approfondimenti sui radicali liberi, che sono dannosi perché responsabili di svariate patologie. Il processo chimico alla base dell'invecchiamento è stato avanzato per la prima volta dalla teoria dei radicali liberi nell'invecchiamento, nell'articolo Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. (Harman, 1956) Un radicale libero tende a strappare un elettrone dalle molecole che incontra nel suo cammino, alterandone la struttura e inducendo mutazioni anche in altre molecole.

Denham Harman ha proposto che i radicali liberi dell'ossigeno (ROS, Reacting Oxygen Species) prodotti nel corpo causano l'invecchiamento e inoltre ha affermato che gli antiossidanti potrebbero rappresentare dei mezzi chimici per prolungare la vita. (Harman, 1956, Harman, 2006) Per primo ha proposto il collegamento tra i ROS e diverse patologie, quali demenza, morbo di Parkinson, invecchiamento precoce, infiammazioni, tumori e malattie cardiovascolari. I radicali liberi si formano in condizioni normali di salute ma soprattutto in particolari stati derivanti da: abuso di alcol, inquinamento, attività fisica intensa, esposizione al tabacco e ai raggi UV, stress psicofisico, terapie ormonali e regimi alimentari non bilanciati. Con l'invecchiamento l'eliminazione dei radicali liberi diventa meno efficace; quando la produzione è superiore a quella fisiologica si viene a determinare un danno, definito stress ossidativo.

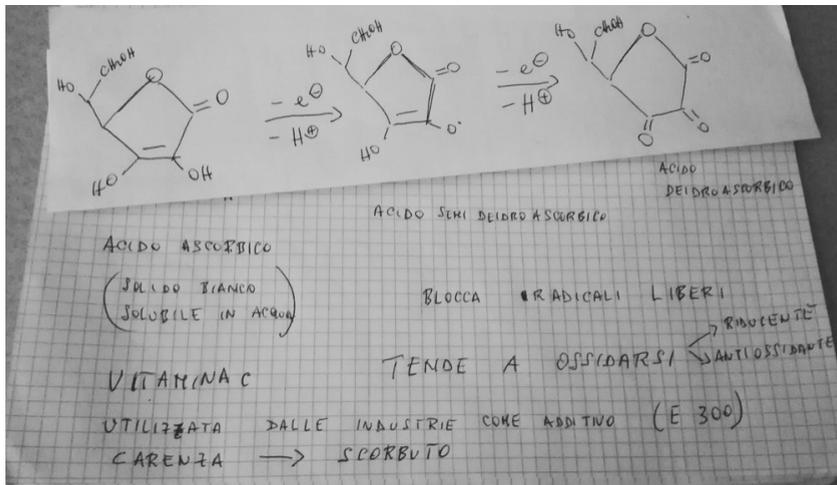


Figura 4. Potere antiossidante della vitamina C: meccanismo di reazione.

La protezione dall'ossidazione può avvenire attraverso gli antiossidanti contenuti negli alimenti. Antiossidanti naturali quali polifenoli e flavonoidi, il beta-carotene, le vitamine A, C ed E, il licopene e gli isotiocianati sono una preziosa risorsa. Questo passaggio concettuale, insieme all'analisi delle reazioni dell'acido ascorbico, ha costituito il fulcro per la strutturazione consapevole del ricettario di sana alimentazione, in quanto ha permesso di capire l'importanza della nutrizione.

La misura del potere antiossidante dei diversi alimenti per mezzo del test ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) permette di costruire una consapevolezza condivisa, contro le mode alimentari e i trucchi del marketing. Questo perché il test ORAC è un metodo per misurare le capacità antiossidanti in campioni biologici. È stata definita una unità di misura ed è stata stabilita una misura del potere antiossidante dei vegetali. Per mantenersi in forma, ogni persona dovrebbe introdurre con il cibo una quantità di antiossidanti compresa tra 2000 e 5000 unità al giorno.

Approfondimenti

Come approfondimento fra i diversi antiossidanti è stata scelta la Vitamina C. L'argomento, affrontato con lezioni frontali e con semplici esperimenti, è stato particolarmente potente dal punto di vista motivazionale, e perciò percepito con vivo interesse dagli studenti. Il lavoro con mela e limone è stato ripetuto a casa da tutti gli alunni; alcuni si sono cimentati autonomamente a variarne le condizioni (frutta di tipo diverso, carne, confronto tra l'azione del limone e quella dell'estratto comperato al supermercato).

L'enzima polifenilossidasi a contatto con l'ossigeno dell'aria promuove l'ossidazione dei polifenoli presenti nella polpa della mela, dando luogo alla formazione di sostanze incolori che poi reagiscono con gli aminoacidi dando luogo a composti scuri. È possibile ridurre l'imbrunimento utilizzando un antiossidante come la vitamina C.



Figura 5. Lo spicchio di sinistra è stato trattato col limone. Il limone non subisce fenomeni ossidativi (e spremuto sulla mela ne previene l'imbrunimento).

Per verificare i dati contenuti nelle etichette è stato determinato il potere antiossidante dei succhi di frutta. Uguali quantità di amido sono state aggiunte ai succhi di pera, arancia rossa e Ace, per poi ossidare con tintura di iodio, che colora in viola/nero. Lo iodio reagisce prima con l'acido ascorbico e poi con l'amido; quindi la soluzione di Cebion (un concentrato di vitamina C) deve essere l'ultima a virare. La reazione di ossidazione dell'acido ascorbico con lo iodio:



Sono state utilizzate diverse confezioni tra quelle trovate in commercio. Secondo quanto riportato in etichetta, il succo di ACE dovrebbe contenere 16 mg/100 mL di vitamina C, come il succo di pera. La confezione di arancia rossa utilizzata non indica nell'etichetta il contenuto di vitamina C. Lo iodio utilizzato nelle reazioni è stato ottenuto dall'elettrolisi di una soluzione di KI, realizzata in classe con una pila da 4,5 V a supporto sperimentale delle lezioni sulle ossidoriduzioni.

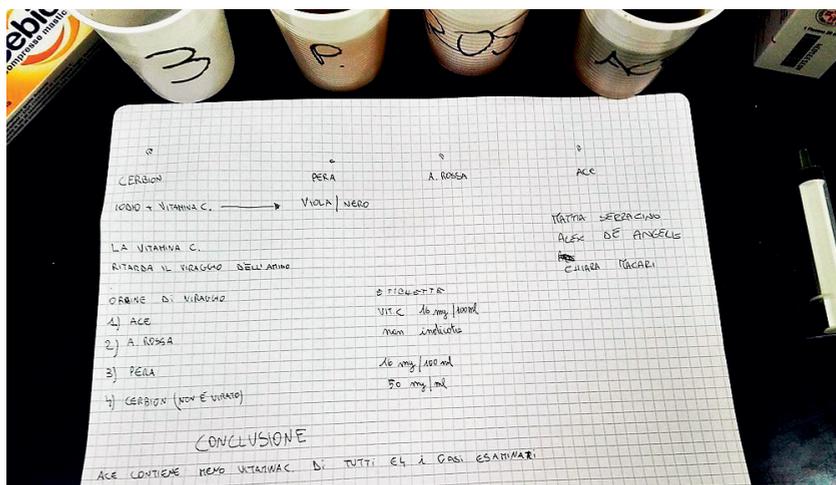


Figura 6. Determinazione del potere antiossidante in alcuni succhi di frutta.

L'orto delle piante aromatiche

Una parte degli esperimenti è stata dedicata agli estratti vegetali ottenuti dall'orto botanico della scuola; il lavoro ci ha impegnato per mesi, dalla preparazione del terreno all'allestimento dell'impianto di irrigazione a goccia, fino ad arrivare alla messa a dimora delle piantine aromatiche. Alcune di queste piante aromatiche sono state utilizzate anche come tema per la cena di gala di fine anno. Questo lavoro nell'orto botanico è stato particolarmente utile come supporto didattico per altre parti della programmazione: ad esempio le operazioni di estrazione sono state fondamentali

per affrontare l'argomento miscugli omogenei e miscugli eterogenei. Tutti gli studenti sono stati coinvolti in questa parte del lavoro che ha visto un grande impegno della componente femminile, mentre gli studenti del primo gruppo non hanno mostrato un grande interesse.



Figura 7. La realizzazione dell'orto ha richiesto un vero e proprio 'lavoro sul campo'.

Una serie di prove sperimentali sono state eseguite per determinare il potere antiossidante di diversi prodotti alimentari cresciuti dell'orto e su altri alimenti. Gli spicchi di mela vengono immersi per 10 minuti negli estratti ottenuti a caldo di diverse sostanze e successivamente vengono esposti all'aria per osservarne l'imbrunimento. In questa prova sono state utilizzati estratti di aglio, cipolla e tè verde, messi a confronto con una soluzione di

Cebion. La soluzione di Cebion ha completamente protetto dall'ossidazione, come si evince dal confronto con lo spicchio immerso nell'acqua. Negli altri casi gli estratti a caldo esplicano proprietà antiossidanti intermedie, come mostrato nella parte superiore di Figura 8.

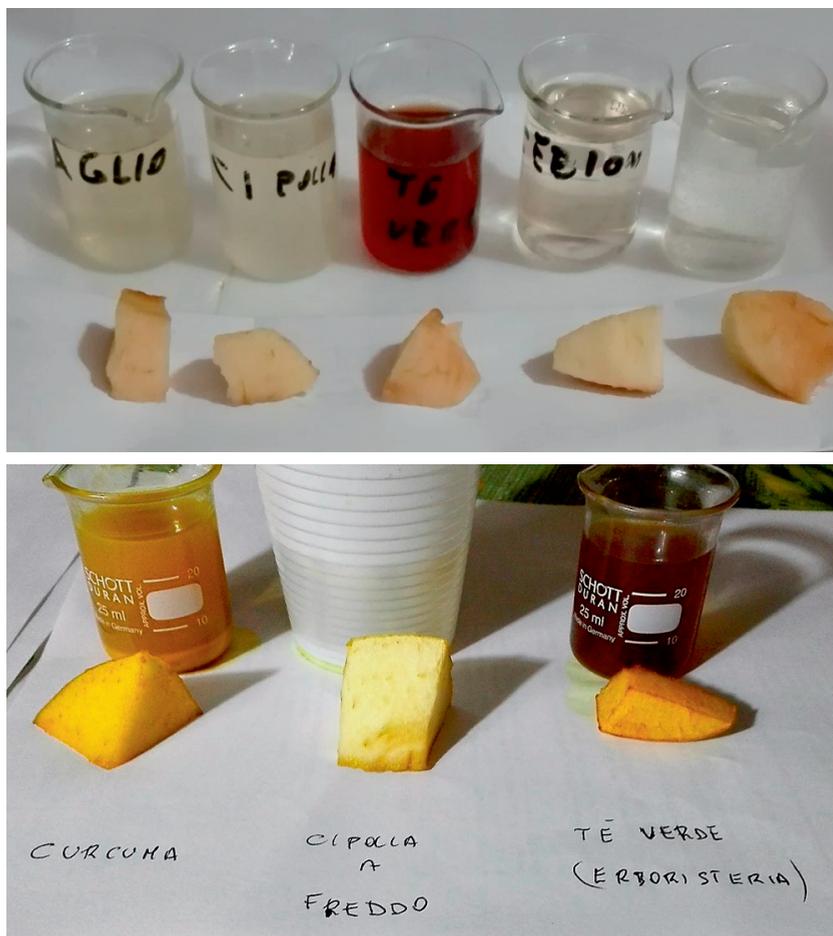


Figura 8. Risultati visibili: nell'estrazione a caldo la cipolla ha proprietà paragonabili al tè verde in bustina, mentre nell'estrazione a freddo il potere antiossidante della cipolla supera quello del tè verde acquistato in erboristeria.

Con l'estrazione a freddo il potere antiossidante della cipolla è visibilmente più grande della curcuma e del tè verde acquistato in erboristeria. A giudizio degli studenti il tè in bustina sembrava mostrare migliore potere antiossidante rispetto al tè verde acquistato in erboristeria. Ma, come è risultato nella discussione dei risultati, il dato non è significativo in quanto sono state fatte soltanto delle prove qualitative, senza misurare in modo quantitativo le quantità di tè verde utilizzate.

Altre prove hanno riguardato l'estratto di basilico, il vino rosso, l'estratto di barbabietola e quello di radicchio rosso. In diverse prove è stato considerato l'effetto del pH; alcune sono riportate in Figura 9.

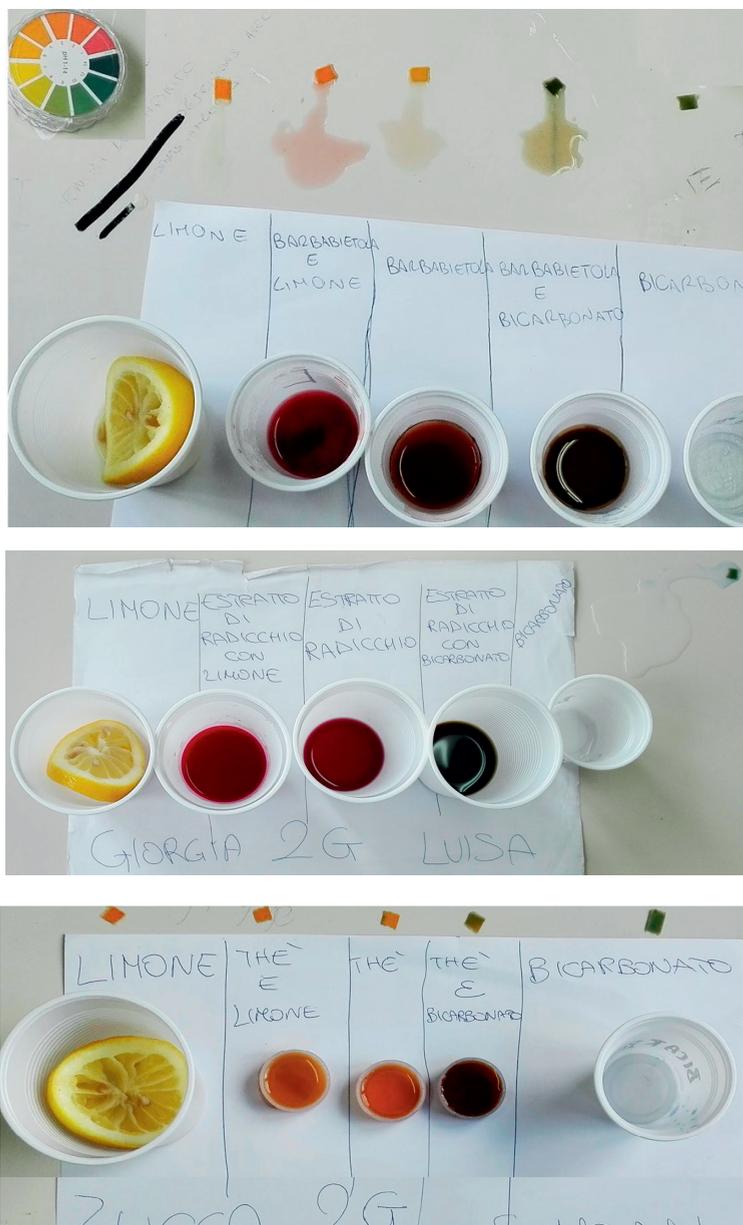


Figura 9. Determinazione del potere antiossidante di alcuni alimenti in funzione della variazione del pH.

Argomentazione socio-scientifica

L'alfabetizzazione scientifica intesa anche come capacità di argomentare è un aspetto importante della formazione scolastica. Gli studenti vanno formati sia dal punto di vista scientifico e conoscitivo per la loro futura vita professionale che come futuri cittadini. La scuola che punta a formare studenti capaci di argomentare mostra un significativo punto di forza nella pratica formativa contemporanea (Osborne, 2010).

Studi sulla didattica delle scienze affermano che il ragionamento socio-scientifico costituisce un aspetto importante della conoscenza scientifica. “Student inquiry into socioscientific issues provides robust context for situating important science content and processes.” (Sadler, Barab, Scott, 2007, p. 372) Una classe in cui viene coltivata la capacità di argomentare e dibattere costituisce un ambiente che fornisce opportunità per lo sviluppo del carattere e per concettualizzare il ruolo della natura della scienza. “classroom research has demonstrated that a fully enacted SSI (socioscientific issues) approach to science education becomes a transformative process for participating students and their teacher. Successful transformation occurs when the teacher-centered approach shifts to a student-centered classroom and the science curriculum becomes issues-driven.” (Zeidler, Applebaum, Sadler, 2011, p. 277)

Come avviene con altri metodi, ad esempio la messa in pratica dell'apprendimento cooperativo, che per gli studenti è una nuova modalità, si parte con piccoli passi e nell'incertezza. Anche questo è un processo che si costruisce nel tempo interagendo e facendo opportune considerazioni e richieste agli studenti. Sia gli studenti che noi insegnanti dobbiamo familiarizzare e acquisire sicurezza per mezzo dell'esperienza. (Osborne, Erduran, Simon, 2004) L'argomentazione è un ragionamento situato che implica un elemento d'incertezza. Noi “conosciamo” se abbiamo una forte e fondata convinzione della correttezza di quanto crediamo; la nostra conoscenza è ben fondata solo se riusciamo a produrre ragioni convincenti che la supportino. Per migliorare la qualità degli argomenti è sufficiente utilizzare un modello semplificato nel quale un'asserzione venga giustificata dai dati su cui il ragionamento si basa.

Il modello semplificato di Toulmin della struttura per l'argomentazione prevede che oltre all'asserzione e ai dati siano presenti anche i ‘warrants’, le spiegazioni del come o del perché i dati supportano l'affermazione. (Osborne, Erduran, Simon, Monk, 2001, p. 63) La verifica dei dati riportati nelle etichette dei succhi di frutta è stato un lavoro nato da una proposta degli studenti. Altri esperimenti sono stati concepiti per generare negli studenti una diversa consapevolezza rispetto a presunte proprietà dimagranti e all'importanza dei prodotti freschi nell'alimentazione.

L'ananas compare in diverse diete dimagranti, in quanto si pensa che abbia proprietà "brucia grassi". Esperimenti realizzati con svariati prodotti alimentari hanno mostrato invece caratteristiche proteolitiche (come sulla colla di pesce), quindi dannose, in particolare sui muscoli. Dall'esperimento è risultato che l'ananas non brucia i grassi (burro); l'ananas (fresco) idrolizza le proteine mentre l'arancia no. Il lavoro è servito anche per dimostrare come i prodotti conservati hanno caratteristiche molto diverse rispetto a quelli freschi. Nell'ananas in scatola infatti l'enzima bromelina è risultato inattivo.

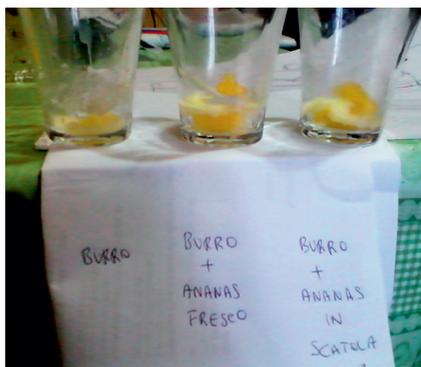


Figura 10. L'ananas (fresco) idrolizza le proteine; l'arancia no. L'ananas non brucia i grassi; il prodotto in scatola non ha azione neanche sulle proteine.

Sempre con l'intento di formare cittadini con la capacità di raccogliere e interpretare i dati ritenuti utili a determinare giudizi consapevoli ed autonomi, come richiesto dai descrittori di Dublino, è stata considerata la pubblicità e gli slogan in etichetta di alcuni prodotti commerciali. Ci sono prodotti che "gridano" in etichetta "antinviechiamento" o "antiossidante" (vengono omesse le immagini relative alle etichette dei prodotti commerciali

analizzati). Per questa ed altre riflessioni sulla correttezza degli slogan pubblicitari sono stati considerati dei dati riportati da enti ufficiali ritenuti affidabili.

Secondo l'EFSA (European Food Safety Authority) il claim da utilizzare sulle etichette dei prodotti commerciali analizzati è "Protegge le cellule dallo stress ossidativo". Per l'EFSA gli antiossidanti realmente efficaci sono le vitamine E, C, B2 e minerali che contengono elementi come selenio, manganese, rame e zinco. Tra i bocciati dall'EFSA ci sono invece il coenzima Q10, i flavonoidi, i carotenoidi e la papaya. Gli integratori rappresentano un'abitudine alimentare spesso ingiustificata, forse a dimostrazione che l'attenzione che la maggior parte dei consumatori dedica alle tematiche dell'alimentazione è superficiale.

Letture, riflessione e spirito critico sono esercizio di pochi; raramente viene approfondito oltre lo slogan, il servizio televisivo o il passaparola. Queste discussioni sono state proposte per sviluppare negli studenti l'autonomia di giudizio e per porli nella condizione di comunicare le loro conclusioni, la conoscenza e il razionale ad esse sottese, chiaramente e senza ambiguità. Secondo l'OMS per contrastare l'azione dei radicali liberi sono sufficienti cinque porzioni giornaliere di frutta e verdura.

Con gli integratori si rischia di assumere antiossidanti in eccesso. L'assunzione in eccesso di vitamina E può aumentare il rischio del tumore alla prostata e di ictus. L'eccesso di betacarotene può aumentare nel fumatore il rischio che si sviluppi il tumore ai polmoni. Gli integratori e gli antiossidanti a loro volta possono interagire con alcuni farmaci, come la vitamina E con gli anticoagulanti.

Elaborazione delle ricette

L'elaborazione delle ricette costituisce la parte centrale del progetto ed è stata concepita in modo tale che il fatto concreto diventasse una questione scientifica. Grazie alle diverse fasi del lavoro, gli studenti hanno potuto cimentarsi con consapevolezza nell'elaborazione di ricette di sana alimentazione. Il coinvolgimento di genitori e nonni ha permesso il recupero di prodotti e preparazioni enogastronomiche del territorio, attraverso un modello che si potrebbe definire di didattica intergenerazionale condivisa. La realizzazione delle ricette ha coinvolto diversi insegnanti, tra i quali insegnanti esperti di alimentazione e docenti specializzate per l'insegnamento ad alunni diversamente abili, coordinati da uno di noi (EM). Per sperare di avere il maggior impatto possibile nel coinvolgimento degli studenti, la collaborazione tra insegnanti costituisce un elemento essenziale e dà credibilità al lavoro della scuola. La collaborazione tra docenti è una modalità di insegnare sempre caldeggiata dal progetto PROFILES e nello sviluppo del progetto si sono avute diverse esperienze significative.

(Battistini, Frattoni, Gallina, Celestina, Guardati, Lattanzi, Stortini, Terzi, Palmili, 2014) Innovazioni della didattica basate sull'inquiry e la collaborazione tra docenti sono aspetti rilevanti anche della didattica universitaria. (Handelsman, Ebert-May, Beichner, Bruns, Chang, DeHaan, Gentile, S. Lauffer, Stewart, Tilghman, Wood, 2004)



Figura 11. La copertina del volume realizzato dalla LILT contenente le ricette proposte dagli studenti.

Il volume (Prevenire è vivere. La salute vien mangiando, 2016) è suddiviso in tre parti: nella prima parte sono riportate delle informazioni sulla prevenzione dei tumori, nella seconda consigli su come ridurre il rischio di ricadute nelle malattie oncologiche e nella terza sono riportate 48 ricette proposte dagli studenti. Un esempio di ricette è riportato nella Figura 12.

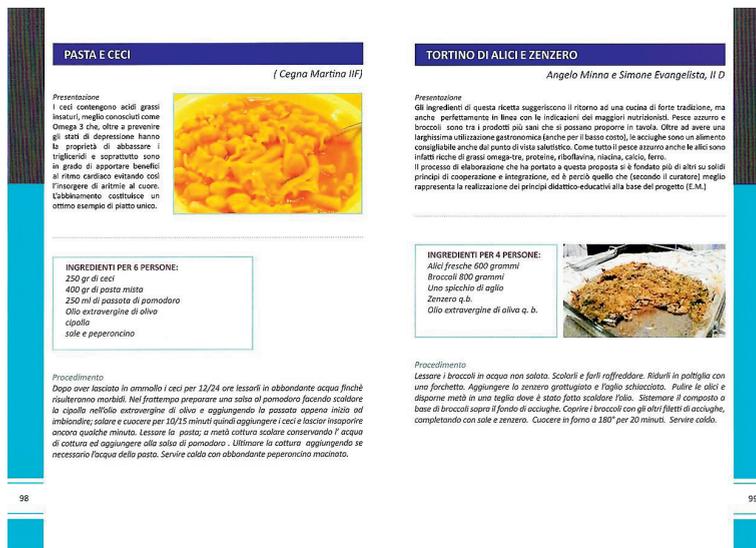


Figura 12. Esempi di ricette create dagli studenti

Osservazioni

All'inizio di ogni anno scolastico ci sono sempre alunni che chiedono: *“ma a cosa ci serve lo studio della chimica?”*. Questo lavoro più che una risposta alla loro domanda, vuole essere uno stimolo per i colleghi che frettolosamente catalogano “quegli” studenti come poco interessati. La mancanza di motivazione del ragazzo raramente si manifesta subito, al primo incontro con la nuova disciplina; il docente così ha il tempo per organizzare un contesto di lavoro che sia finalizzato ad uno scopo utile e coinvolgente. L'apatia si manifesta perché lo studente, non riconoscendo uno scenario per lui rilevante, finisce per non riconoscere neanche l'utilità di quello che gli viene proposto, percependolo come una sterile applicazione pedissequa.

Diversi elementi raccolti nel corso del lavoro fanno anzi pensare che per il gruppo degli apatici il disinteresse possa essere la maschera di un particolare acume intellettuale: essi sono studenti alla ricerca di un senso e un motivo in quello che fanno. L'adolescente dotato di spirito critico e intelligenza non vuole impegnarsi per qualcosa che non ha scelto. Qualora si senta protagonista, può però riconoscere una funzionalità tale da trasformare il rifiuto in un piacere emotivo che dal compito si estende alla disciplina. È da rilevare che l'aspetto più interessante del progetto risiede nelle ricadute successive: a lavoro finito molti di questi alunni, forse anche per aspetti di carattere empatico, hanno continuato a impegnarsi su tutto il programma, partecipando addirittura ad un corso di potenziamento disciplinare.

La ricerca didattica ha introdotto il concetto di ‘ownership’ riguardo alle innovazioni da parte dell’insegnante. “One of the strongest conclusions to come out of decades of studies of the success and failure of a wide variety of curriculum innovations is that innovations succeed when teachers feel a sense of ownership of the innovation, or that it belongs to them and is not simply imposed on them.” (Ogborn, 2002, p. 143) Forse non è esagerato usare ora questo concetto e affermare che questi studenti sono stati conquistati dal progetto e responsabilmente lo sentono loro.

Lo sviluppo delle diverse attività mostra che un cambio di approccio didattico può essere utile anche nei casi di difficoltà di apprendimento dovute a problemi cognitivi. Lo dimostrano i risultati lusinghieri raggiunti dagli alunni del terzo gruppo, in parte “falsati” dal supporto ottenuto dai compagni, perciò significativamente rilevanti sul piano dell’integrazione scolastica. Per questi alunni gli argomenti proposti sono certamente difficili e apparentemente senza scopo, soprattutto se affrontati a partire dal libro e dalla questione scientifica, unica e solita strada che non sanno percorrere; anche per loro il legame con una situazione nota è importante per la motivazione (ne ravvisano l’utilità), ma ancora di più perché partendo da un contesto culturale familiare riescono a mobilitare anche competenze trasversali di carattere psicologico (posso farcela).

È stata posta molta cura nell’evidenziare le connessioni tra i concetti sia nelle spiegazioni che nelle valutazioni. Facilitare le connessioni cognitive tra le informazioni e i concetti già conosciuti con quanto si deve apprendere costituisce un aiuto per tutti gli studenti. (Bodner, 2007). Questo aiuto nel facilitare le connessioni cognitive diventa particolarmente importante per studenti con bisogni educativi speciali. (Mastropieri, Scruggs, 1996)

Conclusioni

Nell’istituto alberghiero è palese la richiesta di formazione pratica immediatamente spendibile nel mondo del lavoro, soprattutto in un periodo storico come l’attuale. Stimolare l’interesse e la curiosità per quelle discipline che, come la chimica, per menti poco avvezze alla cultura scientifica, allo studio e alla riflessione, non sembrano avere un apparente e immediato legame con la realtà professionale, rappresenta perciò per il docente una sfida continua. L’interesse verso questo tipo di scuola, veicolato anche dalle numerose trasmissioni televisive dedicate alle ricette, se ha certamente aumentato le iscrizioni, ha reso però più difficile il lavoro dell’insegnante, in perenne lotta contro una massiva semplificazione concettuale.

Come è suggerito dalla filosofia del progetto PROFILES, l’interesse per l’insegnamento viene attivato dalla rilevanza di ciò che viene proposto. La necessità della rilevanza, come viene vista attraverso gli occhi degli studenti

(Fensham, 2004), ha un forte legame con la motivazione intrinseca degli studenti. (Ryan, Deci, 2000b) L'approccio didattico qui presentato non è immune da critiche: il successo didattico conseguito attraverso l'ancoraggio alle situazioni quotidiane o interessanti per gli studenti, viene ritenuto da alcuni colleghi banalizzante per la "dignità scientifica" della disciplina. Spesso si tratta però di docenti che hanno scarsa esperienza nel campo delle difficoltà di apprendimento e che non conoscono la mancanza di motivazione tipica degli alunni dei tecnici e dei professionali.

Il fatto concreto, gradino pavlovianamente più basso nei processi di apprendimento, rappresenta la fondazione dell'intero edificio cognitivo; è perciò particolarmente importante per costruire ed ancorare stabilmente la nuova conoscenza nelle strutture mentali di coloro che hanno difficoltà con l'astrazione. Questi alunni hanno spesso in comune con gli studenti poco motivati il contesto socioculturale di provenienza, solitamente svantaggiato. Per entrambi i gruppi, la realtà circostante può essere percepita come terminale bidirezionale: motivazionale dalla questione alla situazione, mentre nel verso contrario rappresenta il serbatoio psicologico da cui trarre le sensazioni di adeguatezza emotiva indispensabili per far fronte al compito richiesto.

Se è vero che non tutti gli insegnanti curricolari hanno le competenze per predisporre piani educativi individualizzati coerenti con le necessità di ogni singolo alunno, attraverso modalità di ricerca-azione è possibile però costruire percorsi di apprendimento alternativi alla didattica tradizionale, capaci di stimolare l'impegno e l'attenzione anche in quei soggetti che, per difficoltà proprie o per scarso interesse, non riescono a trovare la giusta motivazione. Le esperienze con alunni disgrafici e discalculici, ma soprattutto il campo dell'autismo, suggeriscono che molto spesso di fronte a noi non c'è un alunno apatico, ma una mente che ha bisogno di essere stimolata nell'attivazione di "altri" processi cognitivi. (Mansueti, 2017)

Come avviene anche in altri progetti, le esperienze sperimentali qui riportate sono state eseguite in assenza di un laboratorio (Ferri, 2016, p. 14) e con "vetreria" di fortuna: le poche provette e i becher di vetro fanno parte della dotazione personale dell'insegnante. Ci sembra di poter affermare che la professionalità dell'insegnante, l'impiego di metodi di insegnamento centrati sullo studente e l'entusiasmo favoriscono un ambiente di apprendimento adatto al successo scolastico, sostengono la motivazione e l'interesse, nonché un atteggiamento positivo verso la materia. (Moè, 2011)

Bibliografia

- G. Aikenhead, *Chemistry Education Research and Practice*, 2003, 4 (2), 115.
- S. A. Ambrose, M. W. Bridges, M. DiPietro, M. C. Lovett, M. K. Norman, *How learning works. Seven research-based principles for smart teaching*. Jossey-Bass, San Francisco, CA, 2010.

- L. Battistini, P. Frattoni, A. Gallina, C. Celestina, N. Guardati, C. Lattanzi, S. Stortini, M. Terzi, K. Palmili, With flying colours. In C. Bolte, F. Rauch, (Eds.), *Enhancing inquiry-based science education and teachers' continuous professional development in Europe: Insights and Reflections on the PROFILES Project and other Projects funded by the European Commission* (pp. 152-155), Freie Universität Berlin (Germany) / Alpen-Adria-Universität Klagenfurt (Austria), Berlin / Klagenfurt, 2014.
- J. Bransford, A. Brown, R. Cocking, *How people learn. Brain, mind, experience, and school*, National Academy Press, Washington, DC, 2000.
- V. Brianzoni, L. Cardellini, *La Chimica nella Scuola*, 2015, 37 (3), 37.
- J. Brophy, *Motivating students to learn*, Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, 2004.
- G. M. Bodner, *Chemistry Education Research and Practice*, 2007, 8, 93.
- M. Csikszentmihalyi, *Flow. The psychology of optimal experience*. Harper & Row, New York, 1990.
- P. J. Fensham, *Science Education International*, 2004, 15, 7.
- C. Ferri, *La Chimica nella Scuola*, 2016, 38 (1), 13.
- J. K. Gilbert, A. M. W. Bulte, A. Pilot, *International Journal of Science Education*, 2011, 33, 817.
- J. Handelsman, D. Ebert-May, R. Beichner, P. Bruns, A. Chang, R. DeHaan, J. Gentile, S. Lauffer, J. Stewart, S. M. Tilghman, W. B. Wood, *Science*, 2004, 304, 521.
- D. Harman, *Journal of Gerontology*, 1956, 11, 298.
- D. Harman, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2006, 1067, 10.
- J. D. Herron, *Journal of Chemical Education*, 2002, 79 (1), 53.
- J. Holbrook, *Science Education International*, 2008, 19, 257.
- N. Jacobs, D. Harvey, *Educational Studies*, 2012, 36, 195.
- A. Krapp, M. Prenzel, *International Journal of Science Education*, 2011, 33, 27.
- E. Mansueti, *Handicap & Scuola*, 2017, Accettato per la pubblicazione.
- M. A. Mastropieri, T. K. Scruggs, *Exceptionality*, 1996, 6, 53.
- A. Moè, Motivated teachers motivate students: Instructional practices for enhancing students' motivation. In J. P. Henderson, A. D. Lawrence (Eds.), *Teaching strategies* (pp. 275-286), Nova, New York, 2011a.
- A. Moè, Emotional contagion in the classroom: How much can a teacher's enthusiasm increase students' achievement motivation?. In J. P. Henderson, A. D. Lawrence (Eds.), *Teaching strategies* (pp. 367-376), Nova, New York, 2011b.
- J. Ogborn, *Physics Education*, 2002, 37, 142.
- J. Osborne, *Science*, 2010, 328, 463.
- J. Osborne, S. Collins, *Pupils' and parents' views of the school science curriculum*, King's College London, 2000.
- J. Osborne, S. Erduran, S. Simon, M. Monk, *School Science Review*, 2001, 82, 63.
- J. Osborne, S. Erduran, S. Simon, *Journal of Research in Science Teaching*, 2004, 41, 994.
- LILT, *Prevenire è vivere. La salute vien mangiando*, Tofani, Frosinone, 2016.
- P. R. Pintrich, D. H. Schunk, *Motivation in education: Theory, research, and applications* (2nd ed.). Merrill/Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2002.
- M. Rannikmäe, M. Teppo, J. Holbrook, *Science Education International*, 2010, 21, 116.

- R. M. Ryan, E. L. Deci, *Contemporary Educational Psychology*, 2000a, 25, 54.
- R. M. Ryan, E. L. Deci, *American Psychologist*, 2000b, 55, 68.
- R. M. Ryan, E. L. Deci, An overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. In E. L. Deci, R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination research* (pp. 3-33). University of Rochester Press, Rochester, NY, 2002.
- M. Rocard, P. Csermely, D. Jorde, D. Lenzen, H. Walberg-Henriksson, V. Hemmo, *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*, Directorate General for Research, Science, Economy and Society, Brussels 2007. Retrieved 03/12/2016, from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.
- T. D. Sadler, S. A. Barab, B. Scott, *Research in Science Education*, 2007, 37, 371.
- R. C. Schank, T. R. Berman, K. A. Macpherson, Learning by doing. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status* (pp. 161-181). Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1983.
- M. Stuckey, A. Hofstein, R. Mamlok-Naaman, I. Eilks, *Studies in Science Education*, 2013, 49, 1.
- J. C. Turner, D. K. Meyer, Understanding motivation in mathematics: What is happening in classrooms? In K. R. Wentzel, A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 527-552), Routledge, New York, 2009.
- J. Van Aalsvoort, *International Journal of Science Education*, 2004, 26, 1635.
- D. T. Willingham, *American Educator*, Spring 2009, 1.
- D. T. Willingham, *Why don't students like school? A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for your classroom*. Jossey-Bass, San Francisco, CA, 2009.
- D. L. Zeidler, S. M. Applebaum, T. D. Sadler, Enacting a socioscientific issues classroom: Transformative transformations. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (277-305), Springer, Dordrecht, 2011.

La famiglia del calcedonio Le quattro sorelle del pettorale di Aronne

Pasquale Fetto
pasquale.fetto@didichim.org

Riassunto

Agata, Diaspro, Onice e Sardio (Corniola)[1] sono quattro pietre preziose che fanno parte del pettorale di Aronne (Appendice). Appartengono alla famiglia del Calcedonio. Nell'Apocalisse di Giovanni¹ viene citato un ulteriore gruppo di dodici gemme poste nelle fondamenta delle mura della città di Gerusalemme e ancora una volta sono quattro le varietà di calcedonio:

... Le fondamenta del muro della città erano adorne di ogni sorta di pietra preziosa: il primo fondamento era diaspro, il secondo zaffiro, il terzo calcedonio, il quarto smeraldo, il quinto sardonico, il sesto sardio, il settimo crisolito, l'ottavo berillo, il nono topazio, il decimo crisopraso, l'undicesimo giacinto, il dodicesimo ametista. E le dodici porte erano dodici perle; ciascuna delle porte era fatta di una sola perla. E l'ampia via della città era oro puro, come vetro trasparente.... (Ap.21, 19-21)

Abstract

Agate, jasper, onyx and carnelian [1] are four gems that are part of Aaron's breastplate (Appendix). They belong to the Chalcedony family. In Revelations is reported another group of twelve gems placed in the foundations of the city walls of Jerusalem and once again are four varieties of chalcedony:

... The foundations of the city wall were adorned with every sort of precious stone: the first foundation was jasper, the second sapphire, the third chalcedony, the fourth emerald, the fifth sardonyx, the sixth carnelian, the seventh chrysolite, the ' the eighth beryl, the ninth topaz, the tenth chrysoprase, the eleventh hyacinth, the twelfth amethyst. And the twelve gates were twelve pearls; every several gate was of one pearl. And the broad way of the city was pure gold, like transparent glass(Ap. 21, 19-21)

1. Il riferimento, *Ap.* = *Apocalisse*, indica nella Bibbia il libro dell'Apocalisse di Giovanni. Il riferimento, (*Riv.* = *Rivelazione*, nel mondo cattolico è poco usato. Hai fini della ricerca nel Web si usano indifferentemente: Ap. 21, 19-21; Gv. 21, 19-21; Riv. 21, 19-21.

Origine del nome

Il nome Calcedonio deriva da Calcedonia, antico porto della Bitinia sulla costa asiatica del Bosforo di fronte a Bisanzio fu provincia romana situata nell'attuale Turchia attuale Costantinopoli. Il termine "Calcedonio" genera sempre confusione, perché indica non solo la famiglia di un gruppo di minerali, ma anche una particolare gemma all'interno di questa famiglia.

Calcedonio è il termine generico con cui viene indicato il quarzo (SiO_2) criptocristallino², ovvero un minerale dalla struttura cristallina microscopica. Indica, inoltre, un sottogruppo all'interno della stessa famiglia che comprende solo gemme che vanno dal blu al bianco grigio.

Caratteristiche chimiche e minerologiche del Calcedonio

Le varietà multicolore rientrano nella categoria "Agata"; il "Diaspro" calcedonio opaco per la presenza di impurezze è fortemente colorato; l'Onice è una varietà di agata dalla quale differisce per le bande di accrescimento che sono diritte e di dimensione costante.

Le varietà criptocristalline sono sia traslucide che opache; le varietà trasparenti tendono ad essere macrocristalline. Le pietre trasparenti e opache si rinvengono in varie tonalità, in genere, bianche, rosa, blu, rosse e grigie.

Generalmente la trasparenza del calcedonio va dall'opaco al traslucido, il suo striscio³ è bianco, la frattura scabra e irregolare; non ha sfaldatura e ha una durezza tra 6,5 e 7 nella scala di Mohs.

Il criterio più importante per valutare il calcedonio è il colore, che tende dal blu al grigio latte.

Gli esemplari che presentano un'uniforme distribuzione del colore e una maggiore trasparenza sono i più pregiati. Normalmente i Calcedoni sono tagliati a cabochon e vengono impiegati per incisioni, cammei e intagli. Valutare il cabochon è semplice: bisogna prestare attenzione alla finitura, alla forma e alle proporzioni. In materia di incisioni, cammei e intagli è forse meglio affidarsi alle preferenze personali, ma come regola generale si può considerare la complessità dei dettagli e la distribuzione del colore.

Il Calcedonio è precisamente un diossido di silicio, composto di Quarzo e (Morganite $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ = disilicato di alluminio e berillio). La sua composizione chimica viene riassunta sotto la formula SiO_2 (*diossido di silicio o silice*).

2. I *microcristalli* sono cristalli invisibili o difficilmente visibili a occhio nudo, ma distinguibili con una lente di ingrandimento o un microscopio ai normali ingrandimenti. Nel caso di una tessitura *criptocristallina*, invece, i singoli cristalli vengono difficilmente distinti anche al microscopio a luce polarizzata.

3. Un metodo di supporto per identificare un minerale è il così detto striscio; il metodo consiste nell'individuare il colore della polvere ottenuta strofinando con forza un campione grezzo di calcedonio su una piastrina di porcellana ruvida.

Estrazione del Calcedonio

Il *Calcedonio Blu* della Turchia, dalla forte trasparenza, continua ad essere estratto senza interruzione dall'antichità ed è ancora oggi una gemma molto richiesta. Giacimenti si trovano in Brasile, negli Stati Uniti (California), in India, in Madagascar, in Malawi, nella Namibia, nello Sri Lanka e nello Zimbabwe.

Il Calcedonio necessita per la sua conservazione di particolari attenzioni; l'esposizione ad una fonte di luce intensa può far perdere al calcedonio l'intensità del suo colore o riportarlo al suo colore originale, si consiglia la pulizia agli ultrasuoni e al vapore che è la pratica più sicura.



Figura 1. Il Calcedonio blu: la roccia madre e il cristallo grezzo

Il silicio

Il silicio, simbolo chimico Si, non si trova in natura allo stato elementare ma sempre combinato con l'ossigeno come ossido (SiO) e nelle varie forme del diossido (SiO₂), quali in particolare il quarzo e il calcedonio. Con l'ossigeno e altri elementi forma numerosi silicati naturali.

I silicati sono una classe di minerali composti prevalentemente da ossigeno e silicio; in particolare, hanno come carattere principale, una struttura cristallina che dipende dal modo con cui i tetraedri SiO₄ sono disposti nello spazio. L'atomo di silicio è posto al centro di un tetraedro, mentre gli atomi di ossigeno sono posti ai 4 vertici del tetraedro.

Il tetraedro, SiO₄, non può esistere da solo nelle strutture minerali.

I tetraedri SiO₄ non scambiano mai lati o facce.

Poiché il numero di ossidazione del silicio è +4 e quello dell'ossigeno -2, ne risulta che complessivamente ogni tetraedro presenterà un eccesso di carica negativa (precisamente una carica -4) che tende a distribuirsi sui quattro atomi di ossigeno; da ciò la presenza di cationi metallici (Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, Al⁺³,...) attratti dall'anione tetraedrico, nella composizione di questi minerali può essere più o meno elevata a seconda del tipo di silicato.

Il silicio è un elemento tetravalente, ogni atomo di ossigeno del gruppo

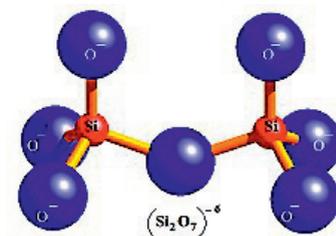
SiO_4 , per raggiungere il miglior equilibrio chimico, si lega con un altro atomo per saturare il livello energetico più esterno. Ogni atomo di ossigeno posto al vertice del tetraedro fa da ponte fra due atomi di silicio; alla costituzione di ogni tetraedro contribuiscono 1 atomo di silicio e 2 ($4 \times \frac{1}{2}$) atomi di ossigeno. Il silicio è sempre circondato da 4 ossigeni. Contando il numero di atomi dei due elementi in tale struttura, si constata che l'ossigeno è in numero doppio rispetto al silicio. Questo composto ha dunque formula SiO_2 e viene detto diossido di silicio o silice. Un esempio particolare è il quarzo, minerale che (allo stato idiomorfo) si presenta con forme simili a quella indicata figura 1, rispecchiando l'ordine e la simmetria con cui gli atomi si dispongono nello spazio a formare il reticolo cristallino. Per soddisfare questa condizione occorre che l'angolo di legame Si-O sia di poco superiore a 105° .



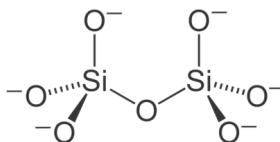
Figura 1. Stato idiomorfo del quarzo



a) Tetraedro isolato



c) Disilicato



b) formula di struttura - Disilicato

Figura 2. a, b, c, varie rappresentazioni di strutture tetraedriche

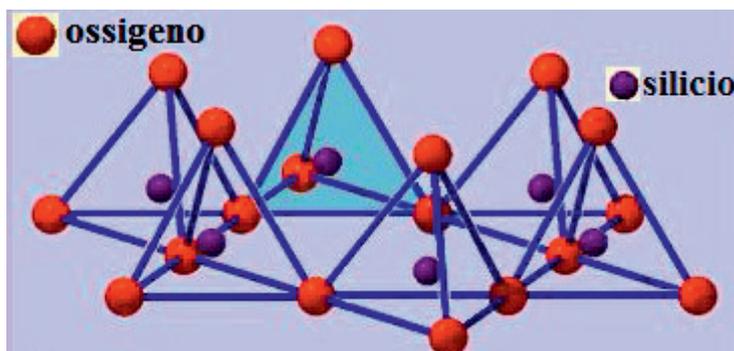


Figura 3. Struttura del foglio di tetraedri di silice (Enciclopedia Britannica © 1998)

Scheda mineralogica del calcedonio		
<i>Classe Mineralogica:</i>	ossidi	<i>Colore:</i> bianco-azzurro, blu-grigiastro, blu, giallo, rosso, arancio, verde, bruno o nero
<i>Gruppo:</i>	dimetrico	<i>Sfaldatura:</i> assente
<i>Sistema:</i>	trigonale	<i>Striscio:</i> polvere bianca
<i>Durezza:</i>	7	<i>Frattura:</i> concoide
<i>Peso specifico:</i>	2,6	<i>Lucentezza:</i> da vitrea a grassa-oleosa
<i>Indice di rifrazione:</i>	1,53-1,54	<i>Trasparenza:</i> trasparente, traslucido o opaco
Varietà		
<ul style="list-style-type: none"> •<i>Calcedonio Blu</i> •<i>Crisoprasio</i>, chiamato anche “Calcedonio Verde”, è una varietà di Calcedonio che affascina grazie alle sue belle tonalità verdi. •<i>Corniola</i> è una varietà di Calcedonio traslucida o opaca dal colore rosso-marrone. •<i>Onice</i> •<i>Agata</i> •<i>Diaspro</i> 		

Nota importante

Non tutte le varietà di quarzo sono presenti in natura. La prasiolite, un materiale di colore olivastro, viene prodotta con l'esposizione al calore. Sebbene il quarzo citrino sia presente in natura, la maggior parte è prodotto riscaldando l'ametista. La corniola viene frequentemente trattata con il calore per aumentarne l'intensità del colore.

Essendo i quarzi naturali molto spesso geminati, nella maggior parte dei casi, non sono utilizzabili industrialmente; si ricorre all'utilizzo del quarzo sintetico.

Cristalli di grandi dimensioni, perfetti e non geminati, vengono prodotti in una autoclave attraverso un processo idrotermale, chiamato metodo Spezia, dal nome del suo inventore, l'ingegnere e mineralogista Giorgio Spezia (1842-1911).

Appendice

Il Calcedonio nella storia

Un ruolo rilevante ha avuto il calcedonio in molte culture antiche, in particolare nelle civiltà mesopotamica, egizia e greca, lasciando segni nella religione cristiana, islamica e buddista; questa gemma è la prescelta per la produzione delle statue del Buddha. Nella Bibbia il Calcedonio è una delle dodici gemme consegnate a Mosè sul Monte Sinai che, obbedendo all'ordine divino (Esodo 28:15-30) le fece incastonare nel pettorale di Aronne (Gran Sacerdote e fratello di Mosè). Queste gemme corrispondono ai dodici figli di Giacobbe e alle rispettive tribù di Israele.

Queste gemme sono direttamente associate agli Apostoli (Rivelazioni 21,14) e secondo la classificazione di Eusebio Vescovo di Cesarea del X secolo, il Calcedonio rappresentava l'Apostolo Andrea.

Anche per i Romani il Calcedonio aveva un significato particolare, essendo la gemma per eccellenza nella fabbricazione di amuleti magici, sigilli, cammei e intagli, oltre che essere incastonata per impreziosire anelli, spille, bracciali, fibule e collane.

La fama del Calcedonio non si interrompe nell'antichità, ma arriva fino al Medioevo e Rinascimento. Ancora oggi resta molto amata dai tagliatori di gemme, dai gioiellieri e dai collezionisti, sia come pietra preziosa che come materiale di applicazione nelle arti decorative. Tra le varietà più apprezzate, riferite al colore, sono il calcedonio comune, il calcedonio azzurro e il calcedonio giallo. Il primo ha un colore grigio azzurrognolo, biancastro o Beige uniforme, ma non mancano i campioni di colore bianco-cera, azzurrognolo semitrasparente o rosa-lilla. Il secondo ha una colorazione azzurro cenerino, azzurro lilla o azzurro violetto vivace, quest'ultima è la varietà più pregiata, ma anche i campioni provenienti dall'Africa non sono da meno. Il terzo non presenta mai una colorazione uniforme nei campioni naturali [2]; probabilmente è questa variante che Plinio il Vecchio chiamò *Jaspis aerizusa* (calcedonio azzurro).

Nella figura 4 è riportato lo Shema del pettorale di Aronne con la posizione delle dodici pietre e i corrispondenti nomi dei capostipiti delle dodici tribù. Sono evidenziate le quattro pietre della famiglia del Calcedonio

Nella figura 5 è riportato il mosaico delle 12 tribù di Israele.

Fila in alto, da destra a sinistra: Ruben, Giuda, Dan, Asher.

Fila centrale: Simeone, Issacar, Neftali, Joseph.

Fila inferiore: Levi, Zabulon, Gad, Benjamin.

Sardio <i>Ruben</i>	Topazio Simeon	Corniola Levi
Berillio Judah	Lapislazzuli Dan	Granato Nephtali
Ametista Gad	Agata Asher	Giacinto Issachar
Diaspro Zabulon	Onice Joseph	Crisolito Benjamin

Figura 4



Figura 5 (Givat Mordechai Etz Yosef facciata della sinagoga, Ha Rav God street, in Gerusalemme).

Bibliografia

- [1] Pasquale Fetto. (2015) Le dodici pietre: il Sardonio o Cornalina. *CnS-La Chimica nella Scuola*, XXXVII (4), pp. 63–82. Aracne editrice. Roma
- [2] Francesco Demartin, Matteo Boscardin, *Il calcedonio comune*, in *Come collezionare i minerali dalla A alla Z* volume II, pag 325, Milano, Alberto Peruzzo Editore, 1988.

<http://www.gea-info.com/?page=il-mondo-delle-gemme&gemma=25>

<http://www.whatischemistry.unina.it/en/silicate.html>

https://www.google.it/?gfe_rd=cr&ei=HP-pWKqdMPTv8Aeii7XIDw&gws_rd=ssl#q=http:%2F%2Fwww.ignroma.it%2F...

<http://www.ignroma.it%2F...%2Fmonili-antichi-area-vesuviana-istituto-gemmologico-nazionale.pdf>

http://www.vatican.va/archive/ITA0001/_P26.HTM

<http://www.lepietredellemeraviglie.it/il-pettorale-di-aronne>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mosaic_Tribes.jpg

Chi ha detto che la chimica non può essere divertente? Tutt'altro!

Chi ha detto che la chimica non può essere divertente? Tutt'altro! E alcuni piccoli chimici lo hanno dimostrato partecipando ad una puntata del talent Show "Kid's got talent". I piccoli scienziati hanno anche avuto a disposizione due assistenti d'eccezione, Claudio Bisio e Lodovica Comello!

Greta, Simone, Riccardo, Antonio, Paolo sono i nomi dei giovanissimi scienziati (tra gli 8 e i 12 anni) che frequentano le scuole elementari e medie di Squinzano in provincia di Lecce.

A prepararli a questa esperienza è stato Vincenzo Cavallo, docente ormai in pensione e grande appassionato di "Chimica Spettacolare", che già nel 2012 aveva partecipato con una sua performance alla trasmissione per i "più grandi", Italia's got talent.

"Tutto è nato dopo essere stati selezionati nel mese di aprile 2016 per un provino a "Italia's got talent 2017" - ci ha raccontato Vincenzo Cavallo - Gli autori del programma sono rimasti talmente sbalorditi dagli esperimenti spettacolari che hanno confermato senza esitazione la nostra partecipazione alle audizioni ufficiali del programma.

A settembre 2016 ci hanno invitato a partecipare al nuovo programma per bambini "Kid's got talent", decisamente più adatto a noi, dove, rispetto a Italia's got talent, non si viene giudicati e si ha più tempo a disposizione per la performance."

"Per realizzare la performance televisiva - ha concluso - abbiamo tenuto sette incontri di circa 2 ore ciascuno (bambini e genitori) nei locali di una parrocchia di Squinzano.

Le reazioni degli esperimenti chimici sono tutte di ossido-riduzione: -reazione redox tra sodio ipoclorito (reagente limitante) e ioduro forma iodio (esperimento n.1)

-reazione redox perossido di idrogeno e ioduro forma iodio (esperimenti n. 2 e n. 3)."

La puntata è andata in onda il giorno di Natale 2016, un bellissimo regalo che ha premiato tanto impegno e passione.

Come insegnare chimica con giochi ed esperimenti

19 gen 2017



Un protocollo per far conoscere meglio la chimica di base e le materie plastiche nella scuola primaria e secondaria di I grado. Lo hanno sottoscritto Assobase e PlasticsEurope Italia, due delle Associazioni di Federchimica, con l'Ufficio Scolastico Territoriale di Milano. L'accordo, studiato per offrire ai più giovani modelli ripetibili di percorsi didattici innovativi ed esperienze laboratoriali, intende anche fornire agli insegnanti nuove modalità per affrontare lo studio della chimica, che talora risulta, purtroppo, poco coinvolgente.

Esempi concreti di come affrontare lo studio della chimica di base e della plastica sono stati presentati, presso il Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia di Milano, nell'ambito del primo degli appuntamenti previsti dal Protocollo, a un gruppo di insegnanti della scuola primaria e secondaria di I grado del territorio di Milano.

L'incontro è stato presieduto da Marco Bussetti, Dirigente dell'Ufficio Scolastico Territoriale di Milano e da Ottorino Lolini, Presidente di Assobase.



“Non possiamo fare a meno della chimica, che contribuisce alla qualità della nostra vita. Desideriamo promuoverla e farla apprezzare ai nostri studenti, fin dai primi anni di scuola. E ovviamente non possiamo riuscirci da soli. L’industria può venirci incontro attraverso attività di questo tipo, mettendo a disposizione degli insegnanti uno specifico know how”, ha dichiarato Marco Bussetti.

Anche il Presidente Lolini ha espresso il proprio apprezzamento. “Siamo molto soddisfatti di questa collaborazione. Da anni Federchimica è attiva nella promozione della chimica tra le nuove generazioni attraverso molte iniziative, ad esempio il Premio Nazionale Federchimica Giovani - sezione chimica di base e plastica di cui oggi abbiamo parlato presentando alcuni dei lavori premiati”.

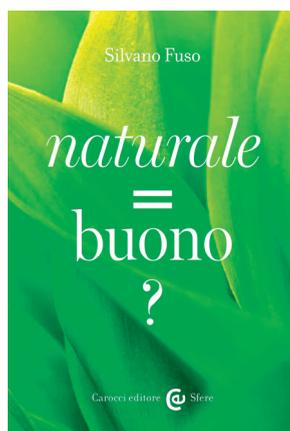
All’incontro sono intervenuti studenti e professori dell’ITIS Molinari di Milano per presentare esperienze laboratoriali facilmente ripetibili in classe.

Il Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia, che ha ospitato l’evento, ha ribadito l’importanza strategica dei laboratori che, grazie alla concretezza, favoriscono l’apprendimento.

Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica
promosso dall'Associazione Italiana del Libro, patrocinato dal CNR e
dall'Associazione Italiana per la Ricerca Industriale (AIRI)

Area delle Scienze della vita e della salute

A Silvano Fuso il Primo Premio



La scienza e la tecnologia hanno fornito straordinari contributi al miglioramento della qualità della vita dell'uomo, scrive Fuso nel libro. Ciò nonostante da più parti della nostra società emerge il desiderio di uno stile di vita più naturale e la nostalgia di un passato idealizzato. I bei tempi antichi, i sapori di una volta, i rimedi della nonna, la genuinità di certi prodotti, l'armonia con la natura sono richiami che esercitano un fascino irresistibile su molti individui. L'aggettivo "naturale" è oramai sinonimo di bontà, salute, sicurezza, genuinità ed è spesso associato a diverse attività umane: agricoltura, alimentazione, medicina, cosmesi, sessualità ecc. Ma siamo sicuri che tutto ciò che è naturale sia davvero buono? E ciò che viene chiamato naturale è davvero tale? L'autore analizza in modo critico tutti questi aspetti, al di là delle prese di posizione ideologiche e degli slogan commerciali. Silvano Fuso, docente di Chimica, si occupa di didattica e di divulgazione scientifica e collabora con diverse riviste.

È anche tra i vincitori dell'edizione 2014 del Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica. “Nelle pagine che seguono – scrive nell'introduzione del libro – apparirà chiaramente quale sia la mia posizione riguardo a certe tematiche. Si tratta inevitabilmente di un'opinione, ma ritengo sia più onesto manifestarla apertamente piuttosto che mascherarla, cercando di assumere una posizione neutra difficilmente raggiungibile. Al di là della mia opinione, tuttavia, spero che i fatti riportati possano contribuire a far sì che ogni lettore maturi la propria in maniera fondata e motivata”.

A cura dell'Associazione
Italiana del Libro

AREE SCIENTIFICO–DISCIPLINARI

AREA 01 – Scienze matematiche e informatiche

AREA 02 – Scienze fisiche

AREA 03 – **Scienze chimiche**

AREA 04 – Scienze della terra

AREA 05 – Scienze biologiche

AREA 06 – Scienze mediche

AREA 07 – Scienze agrarie e veterinarie

AREA 08 – Ingegneria civile e architettura

AREA 09 – Ingegneria industriale e dell’informazione

AREA 10 – Scienze dell’antichità, filologico–letterarie e storico–artistiche

AREA 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche

AREA 12 – Scienze giuridiche

AREA 13 – Scienze economiche e statistiche

AREA 14 – Scienze politiche e sociali

AREA 15 – Scienze teologico–religiose

Il catalogo delle pubblicazioni di Aracne editrice è su

www.aracneeditrice.it

Finito di stampare nel mese di marzo del 2017
dalla tipografia «System Graphic S.r.l.»
00134 Roma – via di Torre Sant’Anastasia, 61
per conto della «Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale» di Canterano (RM)