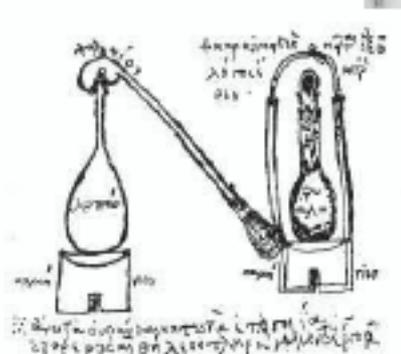


**“Non c'è niente di più  
profondo di ciò che  
appare in superficie”**

# CnS

G.W.F. Hegel (1770-1831)

**LA CHIMICA NELLA SCUOLA**



Geber (in alto a sinistra) tra i fondatori dell'alchimia.  
Xilografia tratta dal *Theatrum chemicum britannicum*  
di Elias Ashmole

**STORIA E DIDATTICA DELLE SCIENZE  
CHIMICA E COMUNICAZIONE  
DIDATTICA  
EPISTEMOLOGIA  
MUSEOLOGIA**

<http://www.soc.chim.it>  
<http://www.didichim.org>

<b>187</b>	<b>Editoriale</b> <b>Divulgare e diffondere la Chimica?</b> <b>Uno sforzo di difesa culturale del pensiero scientifico</b>	
<b>188</b>	<b>Dalla Copertina</b> <b>Jābir ibn Hayyān</b> Pasquale Fetto	<b>S</b>
<b>190</b>	<b>Un orto... racconta</b> <b>Diario di un percorso svolto</b> <b>da alcune classi di una scuola primaria.</b> Monica Falleri, Sandra Taccetti	<b>O</b>
<b>195</b>	<b>Introduzione ai carboidrati nella scuola secondaria di II grado:</b> <b>1. un percorso laboratoriale ispirato alla vita quotidiana</b> Maria Maddalena Carnasciali, Laura Ricco, Alessandra Minguzzi	<b>M</b>
<b>209</b>	<b>L'istituto di Istruzione Superiore</b> <b>"Carlo e Nello Rosselli" di Aprilia</b> <b>ha inaugurato il nuovo laboratorio di Chimica</b> Simonetta Soro	<b>M</b>
<b>211</b>	<b>Tra Passato e Futuro</b> <b>Riflessioni storiche sul concetto di affinità chimica</b> Corinna Guerra	<b>A</b>
<b>218</b>	<b>Federchimica per la scuola</b> <b>"Io ricordo"</b>	<b>R</b>
<b>219</b>	<b>Scuola di formazione (ed evento culturale) sul tema</b> <b>"La Qualità delle Acque": "Chimicambiente 2012"</b> Mario Cifellii, Giorgio Culivicchi, Valentina Domenici, Alessandro Lenzi, Carlo Alberto Veracini	<b>I</b>
<b>223</b>	<b>Una giornata studio dedicata ai Musei della Chimica</b> <b>e alla Chimica nei Musei della Scienza</b> Valentina Domenici	<b>O</b>
<b>225</b>	<b>Notizie Flash</b>	

## Divulgare e diffondere la Chimica? Uno sforzo di difesa culturale del pensiero scientifico.

Divulgare e diffondere la Chimica è fuori di dubbio uno dei compiti della Società Chimica Italiana e dei suoi Soci.

Uno degli obiettivi è promuovere ogni iniziativa utile e necessaria a tutelare la Chimica affinché possa occupare il giusto spazio nell'ambito delle discipline sperimentali. Uno spazio che non contrasta con il ruolo delle altre discipline ma, assieme ad esse possa contribuire a dare il giusto valore alle discipline scientifiche.

Divulgare e diffondere la propria disciplina non è compito facile; è necessario amare la Scienza o meglio si deve difendere la cultura scientifica e con essa il pensiero scientifico.

L'amore per le scienze è innato nell'essere umano, la curiosità è l'essenza della vita che stimola la mente umana sin dalla primissima infanzia. È quindi la curiosità che avvicina l'animo umano alla conoscenza. Solo quando la conoscenza porta all'amore per la scienza siamo culturalmente maturi per trasmettere l'amore per essa. L'amore si accresce con lo svilupparsi delle conoscenze figlie dei saperi del pensiero scientifico. L'interesse per una "disciplina" non sarà mai univoco ma vive in simbiosi con l'interesse per le altre, cioè con la Scienza.

La difesa della chimica ha da sempre coinvolto scienziati e uomini di cultura anche se non erano chimici o meglio non erano solo chimici.

"Amiamo" la Chimica? L' "amiamo" abbastanza? Siamo certi di fare quanto necessario per modificare l'atteggiamento che da alcuni decenni, anche per le vicende spesso legate ai disastri ambientali, ha portato a sempre maggiore diffidenza nell'opinione pubblica verso la nostra disciplina e ad un minore interesse tra i giovani. Non meno dannose sono le riforme che periodicamente si abbattono sulla scuola e che riducono di fatto lo spazio dedicato alle scienze ed in particolare alla chimica.

Con la ricerca in didattica e con la didattica disciplinare si possono certamente affrontare i mali d'immagine che vive la chimica e nel contempo la formazione. La maggiore preoccupazione è, fuori di dubbio, come formare i futuri cittadini, quei cittadini che, al termine del ciclo scolastico, non avranno più contatti con materie scientifiche.

Come recuperare nella didattica delle discipline scientifiche la consapevolezza del sapere scientifico come sapere profondamente umano? Questa è la domanda che si poneva Giovanni Vittorio Pallottino nel suo articolo "*Il declino della cultura scientifica*" apparso nel numero 6 del 2004 di Nuova Secondaria.

Purtroppo, che io ricordi, questa domanda era la stessa che veniva formulata già prima degli anni '80 e ad essa non siamo ancora riusciti a dare una risposta.

Non credo che sia per incapacità, piuttosto per mancanza di volontà, non da parte di chi si occupa di problematiche riguardanti la didattica generale e disciplinare, ma da parte di coloro che non sanno cosa sia la didattica e la ricerca in didattica.

La società nel suo complesso vive una netta perdita di razionalità che certamente si può imputare al distacco tra cultura scientifica e cultura, oggi prevalente, che ignora i fondamenti epistemologici e l'apparato metodologico

Il distacco tra la cultura scientifica e la pseudocultura esiste da tempo con la conseguenza che si ignora sia l'epistemologia che la metodologia. Questa pseudocultura è la cultura prevalente che ignorando i fondamenti epistemologici e la metodologia della scienza ha determinato una perdita di razionalità per la società.

Il patrimonio scientifico, quindi, resta inutilizzato non soltanto ai fini individuali ma anche a quelli collettivi. Il risultato è che l'impatto della cultura scientifica, nel suo aspetto metodologico, ha un peso quasi nullo sulla conduzione della cosa pubblica da parte dei governi.

## Jābir ibn Hayyān

**Tus - Persia 721**  
**Baghdad - Iraq 815?**

di **Pasquale Fetto**



**Jābir ibn Hayyān**

**Geber** alias **Jābir ibn Hayyān**, figlio di Hayyan al-Azdi farmacista di origine yemenita emigrato in Iran, nacque a Tus, antica città persiana, intorno al 721 e morì a Baghdad nell'815 (questa data non ha riscontri oggettivi). In seguito alla morte del padre, giustiziato per ragioni politiche in quanto aveva sostenuto la rivolta contro Omayyadi, Jābir fece ritorno nello Yemen con la famiglia e intraprese lo studio del Corano, della matematica sotto la guida dello studioso al-Harbi Himyari prima continuando successivamente gli studi presso Jafar Al-Sadiq. Figura poliedrica di chimico e alchimista, astronomo e astrologo, ingegnere, geografo, filosofo, fisico, farmacista e medico. A Jābir sono attribuite circa 1300 opere che costituiscono il *corpus geberiano*. Sono opere differenti, in lunghezza e stile, anche se abbastanza omogenee dal punto di vista dottrinale. Si notano influenze pitagoriche, neoplatoniche, gnostiche. Jābir ibn Hayyan è considerato il fondatore dell'Alchimia araba e a lui si attribuisce la «teoria della bilancia», tra il mondo materiale e quello spirituale.

Sulla paternità di queste opere gli studiosi sono unanimi nel considerare che in buona parte sono da attribuire ai suoi allievi. Jābir è riconosciuto come il più grande alchimista musulmano e ritenuto da alcuni storici della scienza come il punto di passaggio tra l'alchimia e la chimica.

Il *Libro della misericordia* è la sintesi del suo pensiero. L'alchimia non è considerata "pratica magica" ma con essa l'alchimista (uomo) ha la capacità di operare una imitazione dell'operato della Natura per perfezionarla. Il tema della capacità di perfezionare i corpi costituirà uno dei principi alla base di tutta l'alchimia sviluppatasi nella scuola geberiana nei secoli successivi; l'elisir, essenza vitale dell'attività manuale capace di perfezionare i corpi imperfetti e il argomento trattato nel *Libro segreto nascosto*.

Il *Libro dell'indice* contiene notizie sull'alchimia araba elenca tutti i libri alchemici in arabo fino al X secolo, oltre a varie informazioni su sette, religioni, magia, filosofia, ecc..

Jābir, con la sperimentazione sistematica, ha liberato l'alchimia dalla superstizione creando i fondamenti per la trasformarla in una scienza.

L'invenzione di molte attrezzature di base per un laboratorio chimico, la scoperta e la descrizione di molte sostanze chimiche e dei processi ad esse legati, come ad esempio: l'acido cloridrico e nitrico, la distillazione e cristallizzazione sono diventati il fondamento della chimica e dell'ingegneria chimica. (Figura 1)

Gli alchimisti islamici vissuti fra il 9° ed il 13° secolo furono influenzati dalle opere di Jābir come pure grande influenza ebbero sugli alchimisti del medioevo europeo.

Come filosofo le sue tendenze erano verso il misticismo ascetico e la superstizione nonostante avesse chiaramente riconosciuto e proclamato l'importanza della sperimentazione.

"L'essenziale in chimica", ha dichiarato, "è che si dovrebbe svolgere un lavoro pratico e condurre esperimenti, perché chi non esegue il lavoro pratico né fa esperimenti non potrà mai raggiungere il minimo grado di maestria."

A Jābir è attribuita l'invenzione e lo sviluppo di strumenti chimici diversi che sono ancora oggi in uso, come ad esempio l'alambicco, che rese la distillazione facile, "sicura" ed efficiente. Con la tecnica della distillazione ottenne diversi sali e da essi grazie ai suoi esperimenti ottenne l'acido solforico, l'acido muriatico e l'acido nitrico.

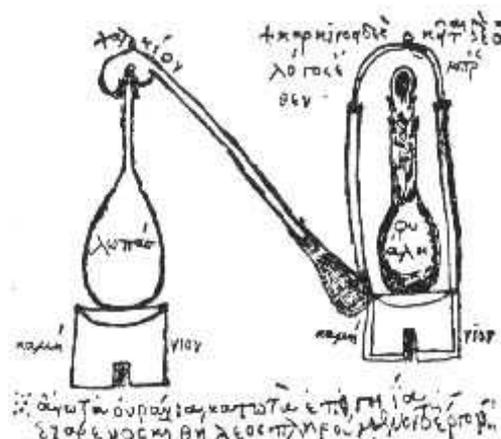


Figura 1. Schema dell'apparecchiatura da distillazione

Nei suoi libri sono descritte le tecniche di distillazione usate per produrre acido acetico concentrato partendo dall'aceto; la purificazione dell'acqua mediante la distillazione. Un contributo importante, al fine della futura scoperta dell'etanolo (da parte di al-Razi), venne dalle sue osservazioni che misero in luce la formazione di un vapore infiammabile durante l'ebollizione del vino. A Jābir si deve, combinando l'acido cloridrico e nitrico, la scoperta dell'*acqua regia* con la quale si scioglieva l'oro. Scoperte attribuite a Jābir sono: l'acido citrico, l'acido acetico, l'acido tartarico, il cloruro d'ammonio e l'acido acetico diluito. Scopri il mercurio e ritenne che questo metallo unitamente allo zolfo erano i essenziali per la produzione dell'oro; mancava solo la sostanza secca che li avrebbe legati cioè *al-iksir* per gli arabi, *elisir* per i cristiani. L'elisir per la proprietà di essere una sostanza secca divenne la *pietra filosofale* che avrebbe dato la vita eterna.

Jābir applicò le sue conoscenze “chimiche” per il miglioramento dei processi di produzione: l'utilizzo, nella realizzazione dei vetri, del biossido di manganese allo scopo di eliminare le sfumature verdi dovute al ferro (tecnica ancora oggi utilizzata).

La moderna classificazione degli elementi in metalli e non metalli potrebbe essere vista come il germe presente nella sua nomenclatura chimica divisa in tre categorie “spiriti”, “metalli” e “pietre”. Gli spiriti si ottenevano vaporizzando la canfora, l'arsenico ed il cloruro di ammonio; i metalli come ferro, rame, piombo, argento e oro; le pietre utilizzate dopo essere frantumate finemente. Nel Medioevo, i trattati di “alchimia” furono tradotti in latino divenendo manuali di base per gli alchimisti europei. In questi trattati venivano elencate anche le sette operazioni classiche dell'alchimia: sublimazione, distillazione, calcinazione, soluzione, coagulazione, fissazione, incerazione (fluidificazione). Gli scritti di **Paolo di Taranto**, francescano a cui si attribuisce la traduzione della “*Summa perfectionis magisterii*” e del trattato “*Theoria et protica*”, sono espressione fedele del pensiero e l'attività di Jābir. Poco importa, ai fini dello sviluppo della metallurgia alchemica medievale, se la *Summa*... sia traduzione dall'arabo dell'opera di Jābir o un'opera scritta da Paolo di Taranto sotto il nome di Geber.

Il *Kitab al-Kimyā*, tradotto da **Roberto di Chester** (1144) con il titolo “*Liber de compositione alchimiae*”.

Il *Kitab al-Sab'een* tradotto da **Gerardo da Cremona** (prima del 1187), si ritiene che abbia traslato dall'arabo al latino molte opere alchemiche.

Alcuni libri di Jābir furono tradotti da **Marcelin Berthelot** ai quali che diede titoli fuori della realtà, “*Libro del Regno, Libro dei Conti, e il Libro di Mercurio orientale*”.

Diversi termini tecnici introdotti da Jabir, come alcali, hanno trovato la loro strada in varie lingue europee e sono diventati parte del vocabolario scientifico.

## GEBERI PHILOSOPHI AC ALCHEMISTAE MAXIMI, DE ALCHEMIA LIBRI TRES.

Enclitica Librorum investigationis perfecti magisterij artis Alchimicæ.  
Ita additur liber trium verborum.  
Epitaphium Alexandri imperatoris, qui primus cognovit in Grecia,  
Pactum quod existit imperator: Super eadem.



Frontespizio di *Geberi Philosophiae ac Alchimistae*,  
Strasburgo 1531

[http://www.fisicamente.net/SCI\\_FED/index-1386.htm](http://www.fisicamente.net/SCI_FED/index-1386.htm)

# Un orto... racconta

## Diario di un percorso svolto da alcune classi di una scuola primaria.

Monica FALLERI, Sandra TACCETTI

Direzione Didattica - Lastra a Signa (Fi)

### **Riassunto**

*Questo contributo riguarda un esempio di attività svolte in una scuola primaria come parte integrante di un curriculum verticale di educazione scientifica. In particolare, si descrive il quadro motivazionale delle scelte didattiche fatte e si illustra il lavoro svolto dagli alunni di una seconda classe nella realizzazione e cura annuale di un orto allestito nel giardino della scuola.*

### **Abstract**

*This article presents a didactic pathway on scientific education. In particular, it describes the works realized during a primary school's five years curriculum.*

*The motivational process of the choices made are explained, with particular emphasis, to some activities made with a second class during the setting up of a vegetable garden at school and its running throughout the year.*

### **Premessa**

Nel giardino della scuola primaria di Malmantile, in provincia di Firenze, è stato realizzato un piccolo orto composto da due vasche per ortaggi, legumi e cereali, un'aiuola di bordura per fiori e alcuni terrazzamenti per piante arbustive e aromatiche. Ogni anno i bambini, dopo aver preparato il terreno, realizzano semine e piantagioni, di cui si prendono cura per l'intero periodo scolastico.

Le attività svolte sono parte integrante del curriculum di educazione scientifica che si sviluppa a partire dalla classe prima e coinvolge tutti i bambini in un percorso che da oltre un decennio guida e sostanzia la ricerca e la sperimentazione didattica delle insegnanti di questo plesso.

All'esperienza pratica sono costantemente affiancati momenti di riflessione individuale e di confronto collettivo, un vero *laboratorio didattico* dove il fare modulato con il pensare sviluppa forte motivazione e apprendimenti significativi.

Nell'orto è possibile osservare, manipolare, rappresentare attraverso disegni dal vero o da testi alcune piante e le loro molteplici trasformazioni.

Nell'orto, agli alunni opportunamente guidati e educati ad osservare nel rispetto dei "tempi della natura", è possibile far cogliere un mondo di relazioni all'interno di un'incredibile varietà di forme e comportamenti soprattutto vegetali ma anche animali.

Nell'orto i bambini progettano, lavorano, dialogano, si pongono problemi, cercano soluzioni da mettere in pratica, imparano a conoscere strumenti e ne provano direttamente l'uso, collaborano per prendersi cura delle piante e del loro ambiente. In particolare il prendersi cura di esseri viventi trasforma il modo di porsi, li rende responsabili, attenti, consapevoli: atteggiamenti, questi, indispensabili alla formazione del cittadino, talvolta ricercati con fatica all'interno di altri ambiti disciplinari.

I saperi scientifici riempiono di significato atteggiamenti e comportamenti; i contenuti acquistano significato, spessore e diventano veri e propri elementi di vita quando l'occhio del bambino, guidato, *va oltre il recinto* e scende in profondità incontrando tematiche proprie dell'educazione ambientale. Ad esempio, le colture stagionali, legate agli approvvigionamenti a chilometro zero, riducono il consumo energetico e gli scarichi legati al trasporto della merce e ne abbattano i costi; l'uso di una serra e la registrazione delle temperature aiuta a comprendere il tipo di ambiente "protetto" in cui coltivare certe piante e suggerisce cosa provoca l'effetto serra, positivo quando è naturale ma dannoso se accompagnato dalla presenza di sostanze inquinanti; la campana del compostaggio per il riutilizzo degli scarti dell'orto costituisce un ottimo "apparecchio" dove osservare l'ultima fase della catena alimentare, quella affidata ai decompositori; l'orto nel suo insieme costituisce un ecosistema e funziona con l'equilibrio delle sue relazioni dove ogni elemento è utile.

### **Oltre la scuola....**

Il prendersi cura dell'orto risponde alle esigenze, oggi pressanti, di un'educazione ambientale consapevole. Iniziative sporadiche orientate a tale scopo sono insufficienti, occorre una formazione del pensiero continua e prolungata orientata alla dimensione ecologico- ambientale capace di indirizzare l'intero asse educativo. Un pensiero rinnovato che investa fattivamente la realtà vicina modificandone il ruolo e coinvolgendo le responsabilità umane.

*La realtà vicina per dei bambini può essere un orto scolastico. L'orto non è una pagina del libro di testo, l'orto vive nella sua complessità e noi ne facciamo parte. Ci sono piante che hanno bisogno di essere seminate, annaffiate, potate, sfoltite, raccolte... curate e che "si possono offrire", ad esempio, per preparare ricette squisite da gustare a mensa. Il rapporto con la terra e le piante che coltiviamo ci pone in diretto contatto con il susseguirsi delle stagioni, con la caducità degli eventi... ma anche con la meraviglia della vita. L'orto ci insegna a non dare niente per scontato, a lavorare per ottenere qualcosa, ad aspettare giorni, mesi a volte anni per ottenere risultati. Ci insegna ad approfittare del momento buono, ad apprezzare i suoi prodotti, a non pretendere troppo....*

*E' importante riappropriarsi di questi valori, ma come poter effettivamente stimolarli se non partendo dai bambini, offrendo loro ambienti reali di vita dove costruire modelli cognitivi di apprendimento affiancati da situazioni in cui sia necessario scegliere per il bene comune, per un futuro praticabile. La scuola diviene luogo di vita, di preparazione alla vita reale e concreta, quando tiene conto di aspirazioni, potenzialità dei bambini, dei loro tempi e dei loro ritmi, diversi da bambino a bambino. La scuola, anche attraverso lo studio delle scienze sperimentali, è chiamata a calarsi criticamente nel presente per riappropriarsi di un'intensa funzione formativa che si concretizza nell'aiutare gli alunni a diventare capaci interpreti del mondo, abili nel comprendere e tentare di risolvere problemi, nello scegliere il proprio modo di essere e nel portare avanti il proprio pensiero, allargando lo sguardo dall'individuo, alla comunità, all'ambiente.*

Se infine i saperi disciplinari sono di interesse scolastico, quando parliamo di educazioni la scuola può "sintonizzarsi" anche con le famiglie e con quanti operano nel territorio circostante. A questo proposito, il progetto nazionale "Orto in Condotta" di Slow Food, a cui aderiamo, offre l'opportunità di istituire una *comunità di apprendimento* dove scuola e famiglie operano a fianco di coltivatori, produttori e commercianti del territorio con il fine ultimo di trasmettere alle giovani generazioni dei saperi legati all'educazione alimentare e alla salvaguardia dell'ambiente.

### **La narrazione di un percorso....non solo germinazione**

Molti sono i percorsi progettati e realizzati all'interno del curricolo che si avvalgono di attività svolte nell'orto, decidiamo di riferire quello che più di altri si lega alla tradizione didattica e che ha il suo fulcro nell'esperienza di germinazione.

Prima di iniziare la narrazione occorre fare alcune precisazioni: la caratteristica che distingue una proposta curricolare è la ricerca di legami concettuali progressivi fra le varie esperienze in grado di produrre progressive, adeguate concettualizzazioni; la caratteristica che contraddistingue una proposta laboratoriale è quella di mettere l'alunno in grado di *operare direttamente sulla realtà*, opportunamente selezionata e organizzata dall'insegnante; il laboratorio didattico, prima di essere un luogo fisico, è il luogo della mente attiva e collaborativa di ciascuno.

Siamo in una classe seconda, i bambini sono stati più volte condotti nell'orto nel precedente anno scolastico per occuparsi della vasca dei fiori, osservare le altre piante coltivate e distinguerne le parti. Quest'anno ci occupiamo della germinazione che è posta all'interno del percorso sul ciclo vitale delle piante e termina in classe terza.

Iniziamo il percorso con l'osservazione di alcuni semi: quattro monocotiledoni e quattro dicotiledoni, tutti abbastanza grandi in modo da essere "smontati" senza difficoltà. (Figura 1)



**Figura 1.** Semi di cece, fagiolo, fava, nespola, orzo, avena, grano, mais

Organizziamo la classe per gruppi e distribuiamo vaschette con i semi mescolati chiedendo ai bambini di riconoscerli e di raggrupparli secondo il criterio che credono. Immediatamente trovano fagioli e ceci e presto imparano ad identificare i semi di zucca e di nespola.

Più difficile è il riconoscimento delle monocotiledoni: il mais si distingue per forma e colore ma avena, orzo e grano sono molto simili e richiedono una "vista" più potente. Distribuiamo alcune lenti di ingrandimento e con queste distinguiamo l'avena particolarmente allungata, l'orzo con una puntina e il grano senza punte. Sul quaderno disegnano e scrivono i nomi dei semi osservati.

Poniamo a questo punto una domanda: *I semi sono fatti di una sola parte o possiamo "smontarli" in più parti?* Tutti vogliono provare a "smontarli"... ma sono secchi ed è impossibile aprirli. Si discute come fare per raggiungere lo scopo e alla fine decidiamo di metterli in acqua.

## Un orto...racconta

Dopo qualche giorno distribuiamo a ciascun bambino un piatto con i semi gonfi e morbidi e li invitiamo a riconoscerli e smontarli. Molti scelgono di iniziare dal fagiolo e, con grande facilità, riescono a togliere la buccia utilizzando le unghie, e subito dopo, aprono il seme evidenziando le due parti che lo compongono: in una è presente “un gambetto” (l’embrione) nell’altra “una buchetta” (l’incavo dove era contenuto l’embrione). In questa fase facciamo in modo che i bambini siano completamente concentrati sul *come è fatto un seme* lasciandoli usare parole a loro familiari.

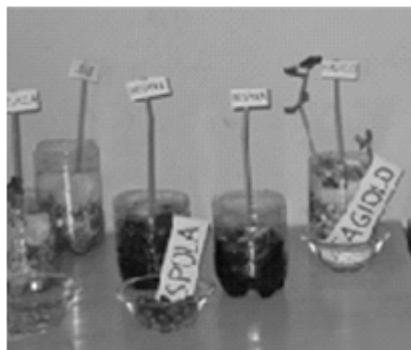
Passando al cece il compito è svolto senza difficoltà perché questo seme è in tutto simile al fagiolo ma quando proponiamo il mais, tolta la buccia e osservato il gambetto, i bambini tentano di dividere il seme in due parti senza riuscirci. Lo stesso risultato l’ottengono con grano, orzo e avena. Alla fine del lavoro scoprono così che alcuni semi hanno l’interno diviso in due parti ed altri invece sono formati da una sola parte. Registriamo allora in uno schema (prima concettualizzazione) con disegni e parole questa prima classificazione introducendo alcuni termini specifici (monocotiledone, dicotiledone, embrione).

Con i semi inumiditi rimasti *realizziamo un’esperienza di germinazione in classe*. L’insegnante prepara come vasi dei fondi di bottiglie di plastica, facendo sul fondo di ciascuno un foro per far uscire l’acqua di troppo.

Questa volta organizziamo otto gruppi di lavoro (ogni gruppo lavorerà su un tipo di seme) e diamo a ciascun gruppo una bottiglia, un foglio di carta assorbente, un contenitore con del terriccio e alcuni semi dello stesso tipo. Invitiamo i bambini a prendere la bottiglia, foderarla internamente e solo lateralmente con la carta assorbente, riempirla di terriccio e mettere i semi tra la carta e la plastica. Annaffiamo con moderazione all’inizio e poi tutte le volte che la terra sembrerà secca.

L’insegnante suggerisce che nei quaderni, per ciascun seme, i bambini realizzino una tabella dove, due volte la settimana, registrare con un disegno e con brevi frasi, le trasformazioni e gli sviluppi osservati. I semi hanno tempi diversi di germinazione: al grano, all’orzo e all’avena già dal secondo giorno spunta una radichetta e subito dopo si allunga il germoglio, mentre più lento è lo sviluppo degli altri semi.

Aver posizionato i semi tra il foglio e la bottiglia permette di osservare ogni fase dello sviluppo; in ogni caso il tegumento si rompe sotto la spinta della radichetta, che si allunga verso il basso, mentre poco dopo, dallo stesso punto di rottura, un germoglio si allunga verso l’alto. (Figura 2)



**Figura 2.** Germogli di monocotiledoni e dicotiledoni

Nei giorni fissati, i bambini compiono le loro osservazioni e registrano in tabella il risultato. Ben presto evidenziano somiglianze e differenze del comportamento dei diversi semi, sia nelle radici che nel germoglio.

Trascorse circa tre settimane, lo sviluppo delle piante è sufficiente a stabilire alcuni elementari generalizzazioni. Proponiamo due domande aperte a cui i bambini devono rispondere individualmente e in forma scritta.

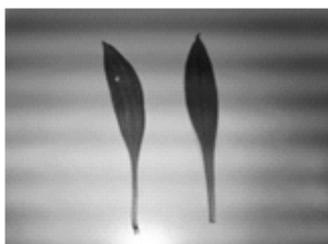
*All’inizio abbiamo raggruppato orzo, grano, avena e mais perché il loro seme era composto da una sola parte, guarda adesso le loro piccole piante, scopri altre somiglianze?*

*Abbiamo raggruppato anche fagiolo, fava, cece e nespola perché il loro seme era composto da due parti, guarda adesso le loro piccole piante, scopri altre somiglianze?*

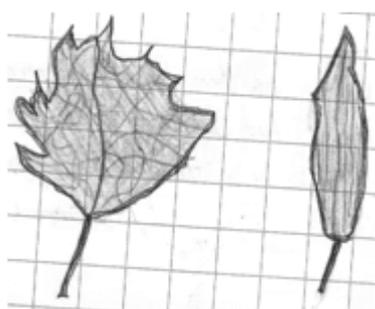
Al termine del lavoro, chiediamo ad alcuni bambini di leggere le loro risposte e invitiamo gli altri ad intervenire nella discussione per giungere insieme (seconda concettualizzazione) a concludere che orzo, grano, avena e mais hanno il seme fatto da un’unica parte interna (monocotiledone), un *germoglio* simile ad un filo d’erba e una *radice* composta da un gruppo di radici, di grandezza simile, originate da uno stesso punto (*radice fascicolata*). Nespola, zucca, fagiolo e cece hanno il seme composto da due parti (dicotiledone), una radice centrale più grossa da cui partono radichette laterali più sottili (*radice a fittone*), ed un germoglio che si apre con due piccole foglie. Realizziamo una scheda di sintesi da inserire nei quaderni per essere studiata.

A questo punto facciamo un’uscita dalla scuola per scoprire la grande varietà di piante che offre la natura ed anche... le eccezioni alle regole. La raccolta di altre foglie, sia nell’orto che nel Parco di Villa Demidoff (Pratolino, Firenze), dove le classi si sono recate in visita, ha permesso di capire (con l’aiuto degli operatori del Laboratorio Didattico Ambientale)

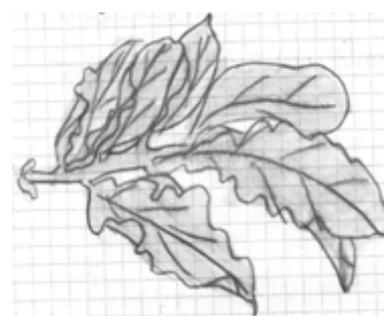
che le monocotiledoni hanno foglie con nervature parallele mentre quelle delle dicotiledoni hanno nervature non parallele. Nella varietà delle piante con cui sono venuti in contatto i bambini hanno incontrato anche le eccezioni, ad esempio la *piantaggine* che, dall'osservazione della radice e del germoglio, appare chiaramente dicotiledone ma ha le foglie con nervature parallele (Figure3,4,5).



**Figura 4.** Foglie pressate di piantaggine



**Figura3.** Disegno di foglie di piante erbacee



**Figura 5.** Disegno di foglia di fava

Riprendendo il nostro cammino osserviamo che i semi messi a germogliare nelle bottiglie hanno vita breve, per vedere un ciclo vitale completo dobbiamo *seminare nell'orto*. Tenendo presente poi che questo percorso ha lo scopo di introdurre anche alcuni elementi utili nel prossimo anno scolastico quando i bambini giungeranno a costruire reti alimentari complesse avvicinandosi al concetto di ecosistema, durante la preparazione della vasca per la semina proponiamo di *osservare con più attenzione la terra*. In classe organizziamo allora un'osservazione guidata con un semplice ma "strepitoso" strumento, il microscopio binoculare (stereoscopico) (Figura 6).



**Figura 6.** Microscopio stereoscopico usato dai bambini per osservare la terra

Con l'impiego di questi microscopi i bambini, lavorando in coppia, hanno l'opportunità di scoprire un nuovo mondo: la terra, quasi mai considerata come ambiente di vita e relazioni tra viventi, affascina e motiva i bambini nel proseguire il cammino di ricerca. Col passare del tempo le piante crescono e non basta annaffiarle, occorre *controllarle* per togliere le erbacce infestanti che finirebbero per farle morire, occorre anche *diradarle*: se abbiamo messo troppi semi e da questi nascono germogli troppo vicini, manca lo spazio per far crescere piante sufficientemente grandi e robuste. I bambini comprendono che la coltivazione di piante è un'esperienza per molti aspetti imprevedibile, sottoposta a una molteplicità di variabili non completamente dominabili.

### La nostra indagine continua...

Osservare con occhi attenti e con strumenti appropriati offre l'occasione per scoprire non solo i particolari delle piante, ma anche tutto ciò che sta loro intorno....

Torniamo nell'orto per allargare lo sguardo e divenire consapevoli che non ci sono solo piante (coltivate e spontanee) e terra (con il suo mondo nascosto): sulle piante e tra le piante e la terra vivono tanti piccoli animali (Figure 7,8) Possibile non averci finora pensato?

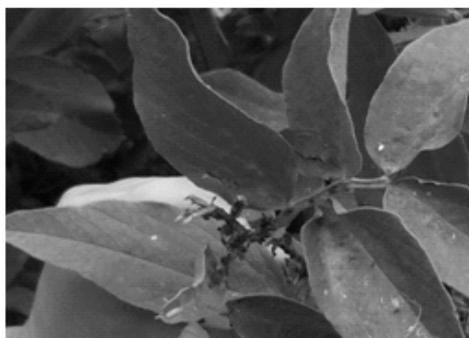


Figura 7. Afidi, formiche e coccinelle sulla pianta della fava



Figura 8. Ragno osservato con una lente

Prima i bambini individualmente cercano, osservano, descrivono le forme e i comportamenti di piccoli animali, dopo collettivamente e con la guida degli insegnanti si confrontano per dar risposta a due domande stimolo: *L'orto è utile all'animale che hai trovato? L'animale che hai trovato è utile all'orto?*

Si scoprono semplici relazioni alimentari: la linfa della pianta della fava viene succhiata dall'afide, l'afide viene "spremuta" dalla formica e questa viene mangiata dalla coccinella.... Un ottimo avvio verso il percorso della classe terza.

*L'orto diviene il luogo delle relazioni tra terra, animali e piante, il soffermarci ad osservare e riflettere stimola i bambini a porsi nuove domande, ad aprire nuove finestre verso conoscenze sempre più complesse ed articolate.*

Concludendo possiamo affermare che predisporre piste di lavoro in cui le *educazioni* sono strettamente connesse ai saperi disciplinari favorisce l'appropriarsi di una profonda sensibilità ambientale e trasforma l'autonomia, il curriculum e le competenze in elementi utili al raggiungimento di comportamenti consapevoli centrati su valori positivi.

Il ruolo dell'insegnante, regista e facilitatore dell'apprendimento, si basa sull'attenta messa a punto di percorsi costantemente monitorati e riadattati grazie soprattutto al controllo dei quaderni, veri diari di bordo delle attività svolte, dove gli alunni individualmente "registrano" con testi, disegni, sintesi grafiche, lo sviluppo del loro apprendimento (Figura 9). Si tratta di una continua verifica formativa a cui affianchiamo, al termine di alcuni segmenti significativi, momenti di verifica sommativa sulle conoscenze acquisite, sia in forma scritta che orale.

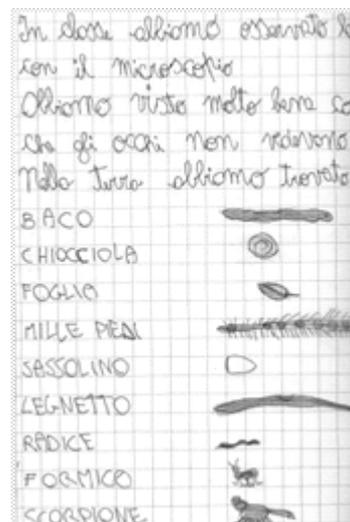


Figura 9. Resoconto dai quaderni dei bambini

# Introduzione ai carboidrati nella scuola secondaria di II grado: 1. un percorso laboratoriale ispirato alla vita quotidiana

Maria Maddalena CARNASCIALI\*, Laura RICCO, Alessandra MINGUZZI

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Dodecaneso, 31 – 16146 Genova  
marilena@chimica.unige.it

## **Riassunto**

*Il percorso laboratoriale in oggetto, costituito da 6 attività, è stato progettato nell'ambito del Piano Nazionale Lauree Scientifiche – Area Chimica – Regione Liguria. I carboidrati sono stati scelti come soggetto delle attività, proposte al penultimo anno del percorso scolastico, in modo da conciliare le competenze degli insegnanti, più prettamente biologiche, con un argomento di chimica che fosse curricolare e che si prestasse a collegamenti interdisciplinari. Inoltre la presenza dei carboidrati nella vita quotidiana è tale da offrire numerosi spunti per attività pratiche adeguate a suscitare curiosità e interesse negli studenti e integrazioni didattiche da parte degli insegnanti.*

## **Summary**

*The laboratory path, constituted by 6 activities, has been designed within the Scientific Degrees Plan – Chemistry Area – Liguria Region. Carbohydrates have been chosen as a subject of the path, proposed to the fourth year of upper secondary school, so as to reconcile the skills of teachers, mostly biological, with a chemistry topic curricular and suitable for interdisciplinary connections.*

*Moreover, the presence of carbohydrates in the daily life is likely to provide many opportunities for practical activities, appropriate to arouse curiosity and interest in the students and educational integration by teachers.*

## **1. Introduzione**

Il percorso laboratoriale in oggetto è stato progettato nell'ambito del Piano Nazionale Lauree Scientifiche – Area Chimica – Regione Liguria, particolarmente dedito a suscitare interesse verso questa disciplina attraverso attività pratiche rivolte a circa 800 studenti di 10 licei classici e scientifici della Liguria.

La scelta dei carboidrati come soggetto delle attività proposte alle classi del penultimo anno è stata indotta dall'esigenza di conciliare le competenze degli insegnanti, più prettamente biologiche, con un argomento nell'ambito della chimica che fosse curricolare e che si prestasse a collegamenti interdisciplinari. Inoltre, particolare tutt'altro che trascurabile, la presenza dei carboidrati nella vita quotidiana è tale da offrire numerosi spunti per attività pratiche adeguate a suscitare curiosità e interesse negli studenti e integrazioni didattiche da parte degli insegnanti.

Le esperienze previste sono state suddivise per livello di difficoltà, su due percorsi:

- il primo percorso, che possiamo definire 'di base', è stato proposto come laboratorio da svolgere direttamente presso la scuola, previa lezione introduttiva sui carboidrati (organizzata a completa discrezione dell'insegnante su indicazione dei requisiti minimi richiesti) e la spiegazione delle schede di lavoro da seguire e compilare durante le attività pratiche. In questo stadio non sono necessarie particolari strumentazioni o reattivi, bensì materiali facilmente reperibili, economici e non pericolosi;

- il percorso successivo, di livello 'avanzato', è stato proposto solo agli studenti realmente interessati e svolto presso i laboratori del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università degli studi di Genova. Anche in questo caso, l'esecuzione delle attività non richiede materiali e strumenti particolarmente complessi. L'uso di fiamme libere e la necessità di una maggior attenzione nell'esecuzione e nell'interpretazione dei risultati, comporta di lavorare con gruppi piccoli (10-15 studenti) e disciplinati: da cui ne deriva la scelta di studenti realmente motivati.

*Il percorso 'base' è oggetto del presente articolo: è nostra intenzione presentare al più presto anche i risultati del percorso avanzato.*

## **2. Requisiti necessari**

I requisiti minimi necessari agli studenti per eseguire consapevolmente le attività di laboratorio e ricavarne le dovute conclusioni non sono particolarmente gravosi e tengono conto del fatto che, in quarta, la biochimica viene affrontata generalmente verso la fine dell'anno scolastico e in modo molto marginale. Un primo approccio nei confronti della chimica dei carboidrati avviene anche come integrazione a quella parte della biologia che tratta di metabolismo dei viventi (glicolisi, ciclo di Krebs, fermentazione...) argomento di studio del secondo anno e quindi dimenticato dalla maggior parte degli studenti del quarto anno.

## Carboidrati nella scuola secondaria di II° grado

Prima di iniziare l'attività laboratoriale quindi, è necessario che gli insegnanti svolgano (o riprendano) in classe gli argomenti che sono alla base dell'esperienza:

- definizione di carboidrato;
- classificazione dei carboidrati in monosaccaridi, disaccaridi e polisaccaridi;
- esistenza di struttura aperta e forma ciclica per i monosaccaridi (es. meccanismo di ciclizzazione del glucosio);
- formazione e rottura del legame glicosidico per giustificare la trasformazione dei monosaccaridi in polisaccaridi e viceversa.

### 3. Descrizione e discussione del percorso laboratoriale

#### 3.1. Distribuzione delle schede di lavoro

Le schede di lavoro (riportate in appendice 2) devono essere distribuite a ciascuno studente alcuni giorni prima della data fissata per il laboratorio, in modo che essi abbiano il tempo di leggerle attentamente e di discutere in classe concetti e modalità di esecuzione delle esperienze. Le schede contengono:

- la parte teorica necessaria a interpretare correttamente osservazioni e risultati;
- la descrizione dettagliata delle procedure da adottare;
- lo spazio necessario per rispondere ad alcune domande formulate 'in itinere' e per annotare quanto si ritiene necessario.

Le schede sono uno strumento indispensabile allo svolgimento delle attività laboratoriali e, quando correttamente compilate, un preziosissimo aiuto per la stesura della relazione scientifica richiesta a completamento del lavoro.

#### 3.2. Attività di laboratorio

Le seguenti attività di laboratorio richiedono in media tre ore e, per quanto possibile, i gruppi non devono essere composti da più di tre studenti. Un numero superiore inficia la possibilità che ogni studente abbia un ruolo determinante.

**attività 1.** Compilazione della tabella relativa alle generalità di alcuni carboidrati di uso comune, coadiuvati da 'assaggi' e prove di solubilità;

**attività 2.** Panificazione con diversi tipi di lieviti e farine e costruzione della curva di lievitazione;

**attività 3.** Separazione di glutine e amido da un impasto di acqua e farina di grano;

**attività 4.** Test colorimetrico per la valutazione della presenza di amido negli alimenti;

**attività 5.** Test colorimetrico per la valutazione della presenza di proteine negli alimenti;

**attività 6.** Applicazione dei test colorimetrici delle attività 4 e 5 per analizzare i due componenti separati durante l'attività 3.

La durata di tre ore è subordinata a una buona coordinazione del lavoro tra gruppi e all'interno di ciascun gruppo. Una soluzione ottimale si è rivelata la distribuzione delle attività 3-5 tra i tre componenti di uno stesso gruppo, in modo che essi potessero lavorare in contemporanea su fronti differenti, controllando allo stesso tempo il lavoro dei compagni, ai quali era richiesto di spiegare al gruppo il significato dell'attività.

##### 3.2.1. Attività 1. Compilazione della tabella relativa alle generalità di alcuni carboidrati di uso comune

In tabella (appendice 1) sono elencate 15 sostanze per le quali è richiesto di specificare il grado di dolcezza, l'appartenenza o meno al gruppo dei carboidrati (o se contengono carboidrati, nel caso si tratti di miscugli di sostanze), il nome scientifico (es. saccarosio per lo zucchero bianco) e se si solubilizzano in acqua a temperatura ambiente.

La definizione del grado di dolcezza è stata subordinata a piccolissimi assaggi, rigorosamente con strumenti usa getta.

La caratteristica di solubilizzare o meno in acqua a temperatura ambiente può essere determinata sperimentalmente, qualora vi siano dubbi, ma non in modo casuale: una punta di spatola in un dito d'acqua è indicativamente un rapporto soluto/solvente adatto a valutare qualitativamente questa proprietà.

L'identificazione di una sostanza come carboidrato o meno, così come l'indicazione del nome scientifico, sono invece informazioni richieste per valutare il livello di conoscenza dei ragazzi, non solo come informazioni utilizzando strumenti informativi e i mass media senza trascurare l'uso dei libri. Ovviamente non stupisce affatto che quasi nessuno sappia che la pectina è un carboidrato, un po' di più stupisce il fatto che quasi tutti affermino di non averla mai sentita nominare, considerando che le etichette di marmellata la riportano immancabilmente come gelificante. Altrettanto delude verificare che ben pochi studenti identifichino lo zucchero bianco come saccarosio e molti pensino che si tratti di glucosio. Molti dubbi sono stati riscontrati anche nell'identificare la carta come carboidrato (a volte persino l'amido) e nell'attribuirle il nome scientifico di cellulosa.

Accanto a queste considerazioni rilevanti, le discussioni durante la compilazione della tabella hanno fatto emergere alcune convinzioni comuni ai ragazzi e attribuibili al meccanismo di mala-informazione dei mass-media. Le più diffuse sono relative alle differenze tra zucchero bianco e zucchero di canna e alla ipotetica azione cancerogena dell'aspartame. Quasi tutti affermano che lo zucchero di canna sia più salutare perché non trattato e solo pochi parlano di raffinazione (senza peraltro conoscerne il significato); molti dubbi anche sulla provenienza: lo zucchero di canna si ricava dalla canna da zucchero (lo dice il nome...) ma lo zucchero bianco? Forse dalla barbabietola? E il nome scientifico? Solo alcuni azzardano che si tratta in entrambi i casi di saccarosio.

Aspartame e saccarina sono gli unici non-carboidrati inseriti nella tabella. Sono entrambi dolcificanti e servono a far riflettere sul fatto che altre sostanze, oltre ai carboidrati, danno la sensazione di dolce, così come si dovrebbe osservare che, tra i carboidrati, solo i monosaccaridi sono indiscutibilmente dolci. Molti studenti riconoscono nell'aspartame un dolcificante e azzardano che non si tratti di un carboidrato, mentre la saccarina induce in errore, specialmente per il nome, così simile al saccarosio.

Per quanto riguarda infine la solubilità dei composti, la presunta solubilità in acqua della carta e dell'amido (fecola di patate e amido di mais) sono convinzioni piuttosto ricorrenti e che meritano di essere citate. Alcuni studenti ritengono infatti che la carta sia solubile poiché, secondo le loro stesse parole, "in acqua si disintegra". Maggiormente prevedibile è invece l'errore relativo alla solubilità dell'amido: mescolando in acqua una piccola quantità di questo carboidrato, esso si disperde senza formare grumi o depositarsi sul fondo, perciò viene catalogato come solubile. In questo caso è sufficiente trasferire l'ipotetica soluzione in una provetta trasparente e attendere qualche minuto in assenza di agitazione: gli studenti correggono spontaneamente le loro conclusioni osservando la formazione di un corpo di fondo. L'esperienza sottolinea come le prove di solubilità delle sostanze in tabella offrano una buona occasione per riprendere e chiarire un concetto molto usato, ma tutt'altro che scontato.

Abbiamo potuto constatare che l'attività introduttiva suscita notevole entusiasmo e interesse e si rivela molto utile per rompere il ghiaccio e abbattere il comune senso di diffidenza nei confronti della disciplina: la piacevole scoperta che la chimica passa anche dallo stomaco, oltre che dal cervello, predispone in modo positivo alle attività successive e all'apprendimento di nuovi concetti.

### 3.2.2. Attività 2. Panificazione con diversi tipi di lieviti e farine e costruzione della curva di lievitazione

Questa attività prevede la preparazione di impasti a base di acqua, farina e lievito e il monitoraggio della lievitazione fatta avvenire in un cilindro di plastica da 250mL per un'ora, con lo scopo di costruire il grafico volume/tempo e di discutere i diversi risultati in funzione del tipo di farina e del tipo di lievito utilizzati. I lieviti da noi proposti sono stati essenzialmente 4: lievito di birra fresco, lievito di birra secco attivo, lievito di birra secco (da attivare), lievito istantaneo. Sono state poi utilizzate farine di grano di vario tipo (grano duro, grano tenero, manitoba...) e farine da altre fonti quali ceci, castagne, riso, granoturco oltre ad amido di mais e fecola di patate.

Come previsto dalla scheda di lavoro, ogni gruppo ha il compito di preparare due impasti, diversi da gruppo a gruppo. La scelta della composizione dei due impasti dovrebbe garantire il confronto tra una buona lievitazione e l'assenza di lievitazione dovute al tipo di lievito prescelto o a causa della mancanza di glutine nella farina. Ogni impasto, una volta reso omogeneo, viene trasferito nel cilindro di plastica graduato in modo da ricoprire il fondo senza lasciare spazi (fig. 1). La lievitazione viene quindi monitorata registrando l'aumento di volume nel tempo di un'ora a intervalli di 10 minuti.

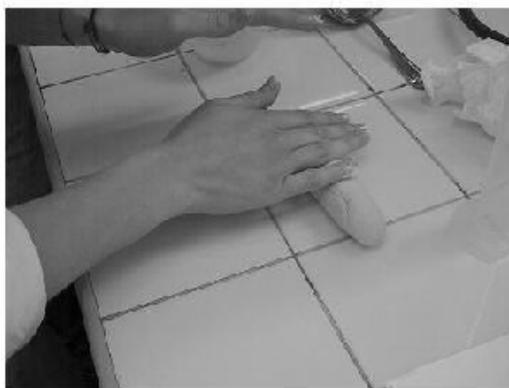


Figura 1. Fasi dell'attività di impasto e lievitazione

## Carboidrati nella scuola secondaria di II° grado

Le difficoltà riscontrate in questa attività sono essenzialmente:

- mancanza di coordinazione nell'attività di gruppo e difficoltà a suddividersi i compiti;
- difficoltà a pesare gli ingredienti solidi (differenza tra precisione, sensibilità e accuratezza della pesata, utilizzo della tara);
- difficoltà a interpretare i risultati della lievitazione.

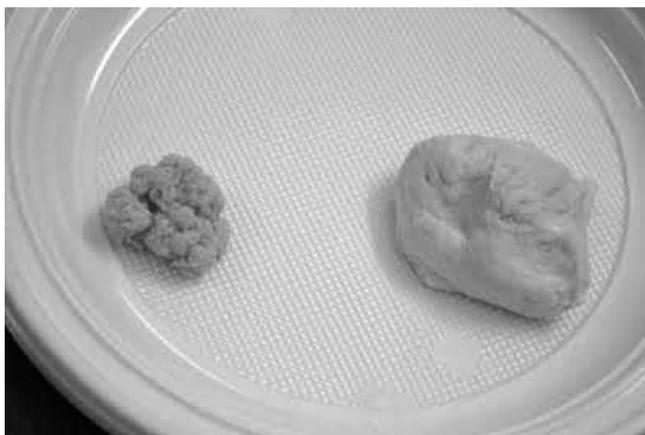
Questo ultimo punto mostra la difficoltà per gli studenti di passare dal macroscopico al microscopico. E' necessario, infatti che ciascuno studente abbia chiaro quanto avvenga a livello microscopico, all'interno degli impasti preparati: ovvero le condizioni necessarie affinché si verifichi la fermentazione dei lieviti e affinché l'anidride carbonica, prodotta dalla fermentazione, rimanga intrappolata provocando la lievitazione, ovvero l'aumento di volume della massa. Il lievito istantaneo e il lievito secco non attivo, non sono in grado di fermentare e, di conseguenza, non si osserva alcuna variazione; assenza di lievitazione, o lievitazione molto ridotta, si rileva anche utilizzando amidi e farine diverse da quella di grano, sebbene in corrispondenza di lieviti attivi: in questo caso, la mancanza del reticolo viscoelastico costituito dal glutine non consente di intrappolare l'anidride carbonica prodotta dalla fermentazione.

Nella descrizione del procedimento è stato inserito un piccolo trabocchetto: "1. Prelevare, con cilindro graduato, **45g** di acqua calda". Questa istruzione ha provocato molte perplessità, non tanto per l'errore nell'unità di misura, ma per la mancata conoscenza della correlazione peso-volume, neppure in un caso semplice come l'acqua.

### 3.2.3. Attività 3. Separazione di glutine e amido da un impasto di acqua e farina di grano

Questa semplice attività ha lo scopo di visualizzare l'aspetto e le proprietà del 'famoso' glutine, di cui spesso si parla, non tanto per le straordinarie proprietà gastronomiche, quanto, purtroppo, per le difficoltà che sempre più persone hanno ad assimilarlo correttamente (celiachia e intolleranze).

Nell'esperienza, la separazione del glutine avviene lavando, sotto un filo di acqua corrente, una piccola porzione di impasto di acqua e farina di grano: i granuli di amido e le proteine solubili vengono gradualmente portate via dall'acqua, mentre il glutine, essendo un reticolo di proteine, rimane come agglomerato insolubile e molto elastico (fig. 2).



**Figura 2.** Confronto tra il glutine isolato e l'impasto di acqua e farina di grano

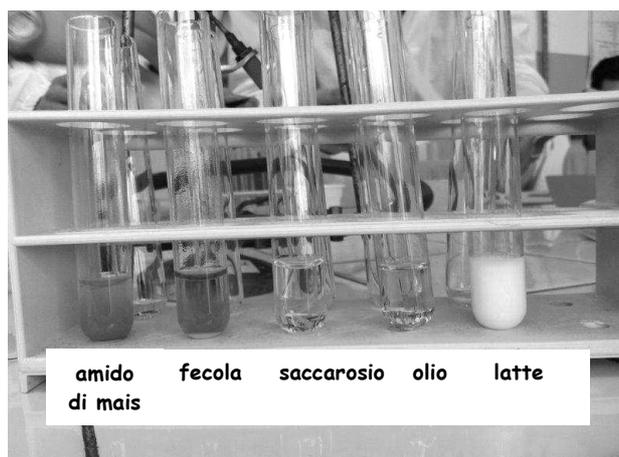
L'attività non presenta difficoltà pratiche o concettuali particolari: l'operatore deve solamente avere la pazienza di impastare e strizzare continuamente il proprio campione sotto l'acqua in modo da eliminare completamente gli altri componenti e ottenere un glutine 'puro'. Una piccola porzione dell'acqua di lavaggio deve essere prelevata subito all'inizio e verso la fine del procedimento (ovvero quando è ormai quasi trasparente); i due prelievi sono tenuti da parte per essere analizzati insieme al glutine come conclusione del laboratorio.

### 3.2.4. Attività 4. Test colorimetrico per la valutazione della presenza di amido negli alimenti

Prima di identificare il glutine come proteina e verificare la presenza di amido nell'acqua di lavaggio, occorre introdurre la metodologia analitica necessaria a tale scopo.

Il metodo più semplice e diffuso per identificare la presenza di amido, consiste nella formazione del complesso colorato amido-iodio, per aggiunta di una soluzione diluita di quest'ultimo comunemente, chiamata Lugol.

L'attività consiste quindi nel verificare la comparsa o meno di una colorazione blu-viola per l'aggiunta di poche gocce di Lugol a dispersioni/soluzioni acquose di alimenti noti. In particolare, sono stati usati amido di mais e fecola di patate per il test a esito positivo, mentre latte, olio e saccarosio sono stati scelti come campioni a esito negativo (fig. 3).



**Figura 3.** *Campioni dopo aggiunta del Lugol*

E' importante sottolineare che la specificità del test per l'amido prevede il viraggio al blu e non la semplice assunzione della colorazione del reagente. Infatti la soluzione di saccarosio assume la colorazione giallo-marroncino del Lugol, ma non vira al blu.

La difficoltà dell'attività consiste nel riuscire a lavorare in modo corretto, condizione necessaria ogni volta che si applica un metodo analitico. Ciò significa che si devono rispettare i seguenti criteri:

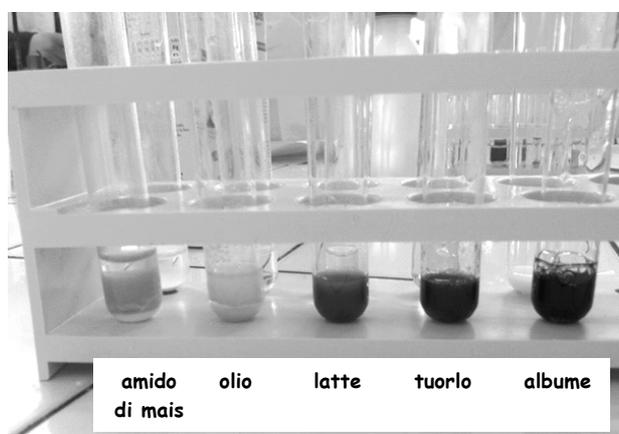
- lavorare con quantità molto ridotte di campioni e di reagente, rispettando le indicazioni delle schede di lavoro
- non scambiare gli strumenti (es. spatola) per il prelievo di ciascun campione
- non inquinare il contagocce del reagente mettendolo a contatto con il campione.

Per quanto queste raccomandazioni possano risultare scontate a chi è abituato a lavorare in laboratorio, per uno studente alle prime esperienze manuali sono tutt'altro che semplici da seguire: per questo motivo l'attività ha richiesto maggior impegno e concentrazione rispetto alle precedenti descritte, mostrando un aspetto molto importante del lavoro del chimico.

### **3.2.5. Attività 5. Test colorimetrico per la valutazione della presenza di proteine negli alimenti**

L'identificazione delle proteine in diversi alimenti è stata fatta utilizzando il reagente di Benedict, ovvero una soluzione di  $\text{CuSO}_4$  che, in ambiente fortemente basico, forma un complesso di intensa colorazione viola in presenza di proteine. Si è deciso di non fornire agli studenti il reagente già pronto, bensì due soluzioni separate: una soluzione acquosa di  $\text{CuSO}_4$ , e una soluzione acquosa alcalina (KOH, o NaOH) da aggiungersi una di seguito all'altra. Lo scopo di tale 'complicazione' consiste nel mostrare che il viraggio dall'azzurro al viola, nel caso di saggio positivo, avviene solo previa aggiunta di una sostanza fortemente alcalinizzante, sottolineando l'influenza e quindi l'importanza del pH nell'ambiente di lavoro.

Si segue la stessa procedura dell'attività precedente. In questo caso si è scelto di usare albume, tuorlo e latte per avere positività, amido e olio come campioni a risposta negativa (fig. 4)



**Figura 4.** *Campioni dopo aggiunta di NaOH e  $\text{CuSO}_4$*

Un'osservazione curiosa: si è riscontrato che i termini del linguaggio comune 'bianco' e 'rosso', riferiti ai componenti dell'uovo, sono talmente radicati da oscurare la terminologia più corretta, suscitando frequentemente la domanda: "ma il tuorlo è il bianco o il rosso?"

Per questa attività valgono gli stessi commenti riportati nel paragrafo precedente riguardo alla disciplina nel lavoro.

### 3.2.6. Attività 6. Applicazione dei test colorimetrici delle attività 4 e 5 per analizzare glutine e acqua di lavaggio

Siamo giunti alla conclusione del percorso laboratoriale, ultima fase durante la quale si richiede agli studenti uno sforzo in più: passare da operatori passivi che seguono, pur scrupolosamente, le istruzioni delle loro schede, al ruolo attivo dei progettisti che pianificano come soddisfare la consegna utilizzando gli strumenti a loro disposizione e le conoscenze appena acquisite.

Obiettivo dell'attività è utilizzare i saggi colorimetrici appresi e verificati per individuare la natura proteica del glutine ottenuto durante l'attività 3 e per analizzare i componenti contenuti nell'acqua di lavaggio.

In questo caso la difficoltà consiste nel decidere come operare, ma anche nell'interpretare i risultati.

Il procedimento corretto consiste nell'applicare il saggio dell'amido sia al glutine, sia all'acqua di lavaggio, e di ripeterlo per il test di Benedict (fig. 5); l'errore commesso più comune è stato di aggiungere il Lugol alla sola acqua di lavaggio e il reattivo rameico solo al glutine.



Figura 5. Analisi di glutine e acqua di lavaggio mediante i test colorimetrici

Spesso è avvenuto che il campione di glutine non fosse stato lavato bene e che contenesse quindi residui di amido, così come le acque di lavaggio, se prelevate troppo presto possono contenere anche proteine solubili. Questi 'inconvenienti' sono molto istruttivi, perchè inducono a ragionare sui risultati e a ripercorrere mentalmente il proprio operato per trovare una spiegazione plausibile. Inoltre, aiutano a inquadrare la chimica come materia sperimentale, dove seguire delle istruzioni non è sufficiente a conseguire il risultato: l'obiettivo è infatti riuscire a contestualizzare le nozioni apprese in classe per riuscire a dare una spiegazione plausibile ai fenomeni che si osservano, operando in laboratorio come nelle attività quotidiane.

A questo proposito, è stato molto interessante e divertente, al termine dell'attività, analizzare altri campioni di alimenti disponibili. Ad esempio, un brodo di carne conservato è risultato positivo al test dell'amido, sebbene non comparisse tra gli ingredienti, mentre le proteine erano presenti in concentrazione davvero bassa (colorazione viola di intensità molto lieve). Questo è un ottimo esempio di contestualizzazione per mostrare come la chimica possa essere applicata in modo semplice dando utili informazioni nella vita di tutti i giorni.

Una variante importante è stata sviluppata in più scuole, dove la presenza di studenti celiaci ha portato a progettare un percorso alternativo, per dare a tutti l'opportunità di partecipare. L'attività è stata svolta confrontando preparati privi di glutine con impasti di solo amido ed altri a base di amido e farina di Guar che, per il suo effetto elasticizzante, svolge la stessa azione del glutine. Seppure l'azione sia meno marcata, è sufficiente per ottenere risultati soddisfacenti.

Abbiamo riscontrato che in casi del genere, la classe intera si è sottoposta di buon grado per evitare l'assenza anche di un solo compagno.

## 4. Discussione in classe

Affinché le esperienze laboratoriali siano un utile strumento all'insegnamento della chimica, è necessario motivare gli studenti nei confronti delle attività che vengono loro proposte. Ciò si può ottenere sia con un adeguato lavoro preliminare, sia con la successiva discussione in classe relativa agli obiettivi prefissati, ai risultati ottenuti e alle anoma-

lie eventualmente riscontrate. La discussione sotto la guida dell'insegnante è un passaggio necessario affinché le attività svolte in laboratorio non rimangano una parentesi ludica alternativa alla lezione frontale, ma rappresentino un'occasione per riflettere sui contenuti scientifici inerenti e sulla loro concretezza.

Ripercorrere a posteriori le fasi operative del laboratorio, confrontando con i propri compagni osservazioni, perplessità e risultati, è uno stimolo alla riflessione, alla correzione di eventuali concetti errati e all'approfondimento delle conoscenze. In questa fase, la figura dell'insegnante è una guida discreta in grado di orientare la discussione nella giusta direzione, senza però imporre il proprio punto di vista e ha un ruolo fondamentale affinché l'esperienza laboratoriale raggiunga l'obiettivo di migliorare l'apprendimento.

## 5. Stesura delle relazioni

L'epilogo del percorso laboratoriale dovrebbe essere rappresentato dalla stesura della relazione scientifica, a cura di ogni singolo studente: questa fase si è dimostrata la più critica del percorso. Molti studenti, infatti, ignorano completamente come debba essere strutturata una relazione di laboratorio, ma soprattutto faticano alquanto a rielaborare l'attività manuale in modo da collegare le esperienze vissute con il patrimonio concettuale acquisito in classe.

La maggior parte degli studenti viene lungamente 'addestrata' a svolgere temi sui più disparati argomenti, ma quasi mai a relazionare un'attività scientifica. Spesso la relazione viene svolta come un racconto di ciò che è stato fatto, eventualmente con dettagli relativi alla procedura seguita, ma quasi priva di osservazioni personali e di riflessione.

Nel nostro caso, le relazioni presentano come maggiore carenza la mancanza di elaborazione del risultato sperimentale, se non addirittura la sua mancata esposizione, limitandosi a una ricopiatura della 'traccia' contenuta nelle schede di lavoro consegnate.

A titolo di esempio, nell'attività 2 occorre saper collegare la variabile *ingredienti* (tipo di lievito e di farina) con i meccanismi di trasformazione dei carboidrati e delle proteine durante il processo di panificazione: per fare questo è necessario, come richiesto, costruire le curve di lievitazione (volume vs. tempo) dei propri campioni e confrontarle, non solo tra loro, ma anche con quelle dei compagni. Quasi mai è stato fatto questo confronto e molto frequentemente sono pervenute relazioni dove i dati di tempo e volume registrati sono presenti, ma non sono elaborati in forma di tabelle e tantomeno di grafico.

Un'altra considerazione riscontrata in molte relazioni sta nella confusione tra "risultati" e "conclusioni": spesso gli studenti spacciano i risultati come conclusioni. Questo denota un rifiuto allo sforzo richiesto dall'elaborazione mentale: è molto più semplice registrare dei dati e ritenere "conclusa" l'attività, piuttosto che considerare i risultati come il punto di partenza di un processo di crescita cognitiva, sicuramente tanto più faticoso quanto meno abituale.

Occorre però rendere giustizia a quegli studenti che, grazie all'entusiasmo suscitato dalle attività e al supporto dei propri insegnanti, hanno svolto le relazioni in modo adeguato, personalizzandole con contributi aggiuntivi. Ad esempio, alcuni hanno inserito un paragrafo dedicato all'approfondimento sui carboidrati dell'attività 1, corredandolo di immagini; un altro gruppo, particolarmente creativo, ha elaborato il grado di dolcezza degli assaggi dell'intera classe riportandolo in una serie di grafici posti sotto il nome di "DE GUSTIBUS" (figure 6,7)

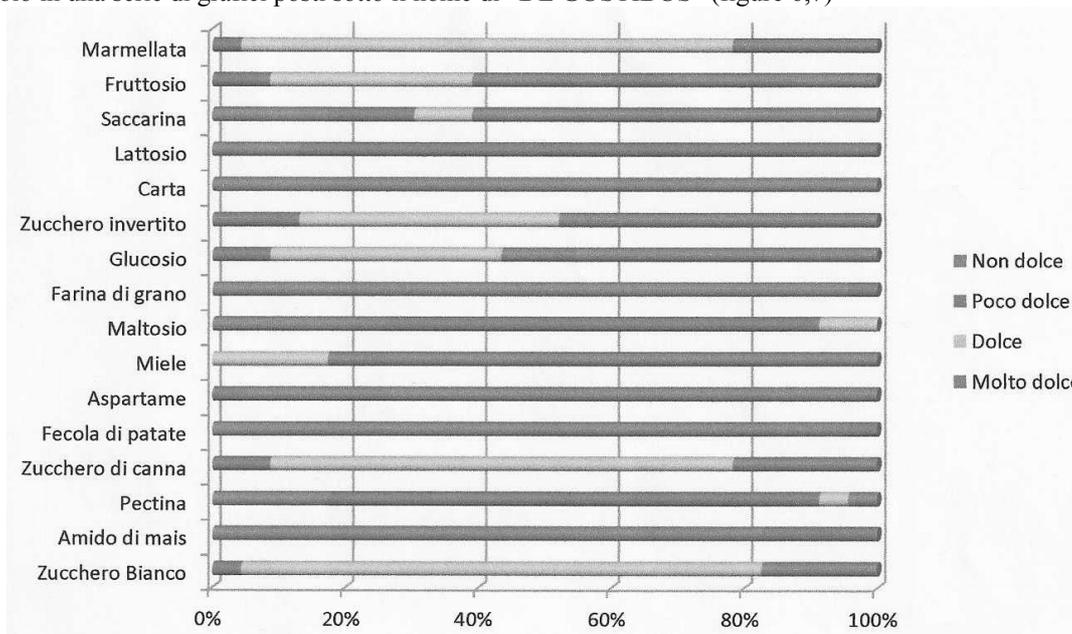
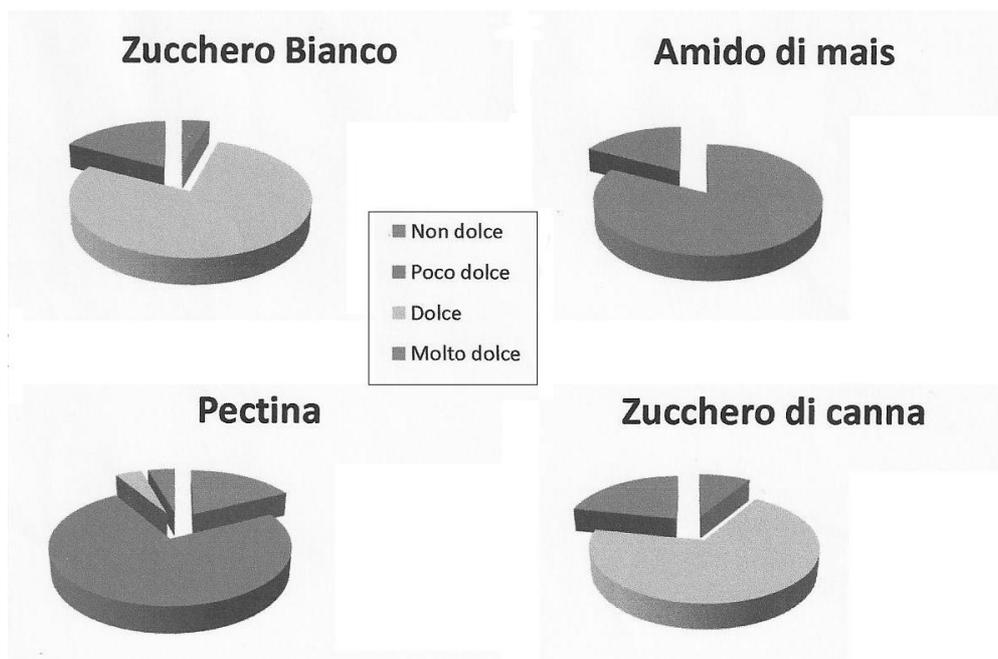


Figura 6. DE GUSTIBUS: statistica realizzata per tutte le sostanze assaggiate durante l'attività 1, su un campione di 23 persone. Classe IV F Liceo Cassini – Genova



**Figura 7.** DE GUSTIBUS: alcune statistiche realizzate per sostanza, in relazione all'attività 1, su un campione di 23 persone. Classe IV F Liceo Cassini – Genova

## 6. Conclusioni

Le attività laboratoriali proposte sono realizzabili con materiale poco costoso e facilmente reperibile, sono semplici dal punto di vista manuale, tanto da poter essere condotte anche in classe; in alcune scuole, prive di un laboratorio attrezzato, sono state realizzate in aule unicamente fornite di pochi banchi e di un lavandino.

L'ampia adesione delle scuole e l'entusiasmo riscontrato in studenti e insegnanti è andato ben oltre le aspettative: il coinvolgimento e l'impegno ci hanno impressionato positivamente, così come la curiosità suscitata da azioni semplici e quasi quotidiane, come il pesare 80g di farina.

Ciò dimostra ancora una volta che la quotidianità è un ottimo veicolo per fare scienza: in questo caso si è sfruttato l'aspetto fenomenologico della panificazione per introdurre una spiegazione che coinvolgesse la dimensione microscopica. Tra gli innumerevoli contesti quotidiani che possono essere presi in considerazione, la scelta dell'impasto, con tutte le implicazioni annesse, è risultata particolarmente felice, per ragioni facilmente intuibili: pane, pizza, focaccia sono molto apprezzati dagli studenti, che hanno visto impastare o impastano loro stessi. In particolare per gli studenti residenti a Recco, cittadina della riviera ligure famosa per la sua focaccia, il mestiere dell'impastare è una vera arte, di vitale importanza.

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il M.I.U.R., per il supporto finanziario al Piano Lauree Scientifiche, e i seguenti insegnanti, per il supporto professionale:

Anna Pitto, Donata Gecchele, Rossella Ferrari, Paola Arecco, Marcella Fogliato (Liceo Scientifico Giacomo Cassini – Genova).

Enza Lucifredi (Liceo Classico Andrea D'Oria – Genova)

Marina Fossati, Daniela Didio, Sabina Descalzo (Liceo Scientifico Nicoloso da Recco – Recco)

Laura Viale (Liceo Scientifico Champagnat – Genova)

Patrizia Baldasso, Marcella Fogliato, Fortunata Masulli, Lorenzo Bo (Liceo Scientifico Leonardo Da Vinci)

Graziella Battistin (Liceo Scientifico Giovan Pietro Vieusseux – Imperia)

Grazia Napoli (Liceo Scientifico Giordano Bruno- Albenga)

Maura Boero, Valentina Vercelli (Liceo Scientifico Luigi Lanfranconi – Genova)

Angela Rosa Cerbone (Liceo Classico Federico Delpino – Chiavari)

## Testi utili

W.H.Brown, Introduzione alla Chimica Organica, ed EdiSES

H. This, I segreti della pentola – Guida di gastronomia molecolare, ed. Jaca Book

H. This, Pentole e Provette, ed. Gambero Rosso

## APPENDICE 1

### Attività 1. RICONOSCIMENTO E CLASSIFICAZIONE DEI CARBOIDRATI

Compila la tabella sulla base delle tue conoscenze pregresse e delle tue osservazioni. Se necessario, assaggia le sostanze a tua disposizione.

nome comune	grado di dolcezza (no, +, ++,+++)	è un carboidrato (o contiene carboidrati)?	nome scientifico del carboidrato o dei carboidrati contenuti	si solubilizza in acqua a T ambiente?
zucchero bianco				
amido di mais				
pectina				
zucchero di canna				
fecola di patate				
aspartame				
miele				
maltosio				
farina di grano				
glucosio				
zucchero invertito				
carta				
lattosio				
saccarina				
fruttosio				

## APPENDICE 2

### LA PANIFICAZIONE

La panificazione è uno dei più antichi esempi di biotecnologia che annovera pane lievitato risalente all'antico Egitto (4000 a.C.). Dall'Egitto l'arte della panificazione passò in Grecia. I greci divennero ottimi panificatori, producevano più di 70 qualità. Inserirono alle ricette base ingredienti come latte, olio, formaggio, erbe aromatiche.

L'impasto base per il pane è composto da farina, acqua, sale e lievito

Quando la farina viene inumidita, gli **enzimi amilasi** ( $\alpha$  e  $\beta$ ) naturalmente presenti in essa si attivano e convertono parte dell'amido in zuccheri più semplici (maltosio e destrine), per rottura del legame glucosidico.

I **lieviti** contenuti ingeriscono il maltosio e, grazie all'enzima maltasi, lo scindono formando glucosio; inizialmente essi utilizzano il maltosio per la respirazione aerobica (respirazione cellulare), consumando l'ossigeno presente nell'impasto e producendo energia. Quando però l'ossigeno comincia a scarseggiare, l'energia viene prodotta attraverso la respirazione anaerobica (**fermentazione**) che converte il glucosio in etanolo e anidride carbonica come prodotti finali (e di scarto) di un ciclo complesso di reazioni. In sintesi:



I lieviti sono un gruppo di funghi, formati da un unico tipo di cellula eucariote, che può avere una forma ellittica o sferica. Sono state catalogate più di mille specie di lieviti. Quelli utilizzati per la panificazione sono essenzialmente di due tipi:

- lievito di birra
- lievito madre

Il **lievito di birra** è una coltivazione di uno specifico tipo di saccaromiceti, il *Saccharomyces Cerevisiae*, e si chiama così perchè all'inizio veniva ottenuto dalla fermentazione della birra, mentre oggi è praticamente sempre prodotto su melassa di risulta dalla produzione di zucchero da barbabietola. In commercio si trova fresco o liofilizzato.

Il **lievito madre** è un impasto di acqua e farina lasciata fermentare naturalmente o con l'aggiunta di elementi ricchi di batteri e zuccheri. In pratica l'impasto diviene una coltura di microrganismi presenti naturalmente negli ingredienti e nell'ambiente, stimolati da frequenti rinfreschi con nuova acqua e farina e selezionati dalla loro stessa competizione. In questo caso non si sviluppa solo il *Saccharomyces Cerevisiae*, che è in ogni caso presente, ma anche altri saccaromiceti diversi. La differenza principale con il lievito di birra è però la presenza contemporanea di una grande quantità di batteri lattici che, naturalmente contenuti nella farina, trovano modo e tempo di svilupparsi anche essi.

## ATTIVITÀ 2. Lievitazione con diverse farine e lieviti

**Materiali:** acqua, diversi tipi di lievito, diversi tipi di farina (di grano e non), amidi, spatola o cucchiaio per impastare, contenitori per l'impasto, cilindri in plastica da 250mL, bacchette lunghe in plastica per sistemare l'impasto nel cilindro, bilance, carta per pesare.

**Obiettivo:** saper collegare la variabile ingredienti con i meccanismi di trasformazione dei carboidrati e delle proteine durante il processo di panificazione.

### Procedimento

1. Prelevare, con cilindro graduato, 45g di acqua calda (a circa 50°C)
2. Aggiungere 2g di lievito secco attivo (o 7g di lievito fresco o 2g di lievito istantaneo)
3. Aggiungere 80g di farina
4. Mescolare fino ad ottenere un impasto omogeneo
5. Modellare la pasta in forma di salsiccia e porla cautamente nel cilindro graduato livellando la superficie e cercando di non lasciare spazi vuoti nell'impasto (sembra facile!!)
6. Annotare il livello della pasta nel cilindro ogni 10 minuti per un'ora

### Riassumi l'esperienza secondo le seguenti linee guida:

- Condizioni operative (ingredienti prescelti tra quelli disponibili e temperatura di panificazione)

campione 1: .....

campione 2: .....

- Osservazioni in itinere

.....  
.....  
.....  
.....

- Dati di volume in funzione del tempo

campione 1: .....

campione 2: .....

- Caratteristiche dell'impasto dopo 60 minuti di lievitazione (elasticità, morbidezza, omogeneità, odore...) in confronto con le caratteristiche dell'impasto iniziale.

.....  
.....  
.....  
.....

### Discussione dei risultati

- Confronta le caratteristiche degli impasti ottenuti con i diversi ingredienti (compresi quelli dei tuoi compagni) e giustifica le differenze.

- Traccia la curva della variazione % di volume in funzione del tempo per i tuoi campioni. Discuti i risultati giustificando eventuali differenze tra le curve.

- Confronta i tuoi risultati con quelli dei tuoi compagni e giustifica differenze e analogie sulla base degli ingredienti utilizzati.

## SEPARAZIONE E IDENTIFICAZIONE DEI PRINCIPALI COMPONENTI DELLA FARINA DI GRANO

### ATTIVITÀ 3. Formazione del glutine e separazione dall'amido

La farina contiene due componenti principali:

- l'**amido**, costituito da due tipi di molecole, amilosio (solubile in acqua calda) e amilopectina (insolubile in acqua)  
- diversi tipi di **proteine**, sia solubili (albumine e globuline) che insolubili (gliadine e glutenine). Le proteine insolubili, quando vengono messe a contatto con l'acqua in fase di impasto, formano un reticolo chiamato glutine; il glutine è un reticolo viscoelastico: tirato si allunga, ma poi, quando la tensione è eliminata, riprende parzialmente la sua forma iniziale.

La separazione del glutine dall'amido si realizza facilmente lavando l'impasto sotto un filo di acqua, meglio se tiepida.

#### Materiali:

bilancia, farina di grano, acqua corrente (lavandino), contenitore per impastare, spatola o cucchiaio.

#### Procedimento

1. Dosare 15g di acqua
2. Aggiungere 30g di farina di grano e impastare fino ad ottenere un impasto liscio e omogeneo
3. Continuare a impastare, ma sotto un filo di acqua corrente, facendo attenzione a non disperdere l'impasto
4. Tenere da parte una piccola porzione di acqua di lavaggio
5. Continuare a lavare finché l'acqua di lavaggio non risulta completamente limpida (segno che tutto l'amido è stato eliminato)

Descrivi le caratteristiche del glutine che hai appena isolato

.....  
.....  
.....  
.....

Spiega perché questo semplice metodo è risultato efficace nella separazione del glutine dall'amido

.....  
.....

Osserva una porzione di farina di grano e una di amido. Noti delle differenze?

Alla luce di quanto hai appena appreso, riesci a giustificarle?

.....  
.....  
.....

### ATTIVITÀ 4. Test colorimetrico per l'identificazione dell'amido

Lo iodio ( $I_2$ ), in soluzione alcolica (tintura di iodio, reperibile in farmacia) diluita con acqua o direttamente in soluzione acquosa, funziona come rivelatore della presenza di amido negli alimenti. Questa molecola è infatti in grado di reagire con l'amido formando un complesso dalla caratteristica colorazione viola.

#### Materiali:

Soluzione acquosa di iodio per il test dell'amido (Lugol), acqua, provette, portaprovette, spatoline, amido di mais, fecola di patate, saccarosio, olio, latte.

#### Procedimento

1. Disporre, ciascuna in una provetta diversa, una piccola quantità (una punta di spatola per i solidi e un dito per i liquidi) delle seguenti sostanze:
  - amido di mais
  - fecola di patate
  - saccarosio
  - olio
  - latte

## Carboidrati nella scuola secondaria di II° grado

2. Aggiungere circa un dito d'acqua alle sostanze solide e agitare la provetta
  3. Aggiungere qualche goccia di soluzione di iodio (3-4) e agitare la provetta.
- Annotare in tabella i risultati

<i>sostanza</i>	<i>colore iniziale della miscela liquida</i>	<i>colore della miscela dopo aggiunta di iodio</i>
amido di mais		
fecola di patate		
saccarosio		
olio		
latte		

### ATTIVITÀ 5. Test colorimetrico per l'identificazione delle proteine

Gli ioni rameici ( $\text{Cu}^{++}$ ) in ambiente alcalino reagiscono con qualsiasi composto contenente due o più gruppi  $-\text{CO}-\text{NH}-$  (legame peptidico) dando un complesso dalla caratteristica colorazione viola. Il saggio è dunque molto utile per identificare le proteine, sequenze di amminoacidi legati appunto da legami peptidici.

#### Materiali:

Soluzione acquosa di  $\text{CuSO}_4$  (2%), soluzione alcalina (KOH 1%), provette, portaprovette, spatoline, amido di mais, olio, latte, uovo.

#### Procedimento

1. Disporre, ciascuna in una provetta diversa, una piccola quantità delle seguenti sostanze (una punta di spatola per l'amido e mezzo dito per le altre):
    - amido di mais
    - olio
    - latte
    - tuorlo d'uovo
    - albume d'uovo
  2. Aggiungere circa mezzo dito di soluzione di  $\text{CuSO}_4$  e mescolare
  3. Aggiungere 5-6 gocce di soluzione di KOH per rendere alcalino l'ambiente e mescolare
- Annotare in tabella i risultati

<i>sostanza</i>	<i>colore iniziale della sostanza</i>	<i>colore della miscela dopo aggiunta di <math>\text{CuSO}_4</math></i>	<i>colore della miscela dopo aggiunta di KOH</i>
amido di mais			
olio			
latte			
tuorlo d'uovo			
albume d'uovo			

### ATTIVITÀ 6. Applicazione dei test colorimetrici per analizzare i due componenti separati durante l'attività 3.

Utilizza i test colorimetrici che hai appena considerato per individuare la natura proteica del glutine ottenuto durante l'attività 3 e per analizzare i componenti contenuti nell'acqua di lavaggio.

Descrivi nel dettaglio il procedimento che hai utilizzato e i risultati ottenuti

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

APPENDICE 3

LA PANIFICAZIONE. APPROFONDIMENTO

**Composizione della farina e ruolo del glutine**

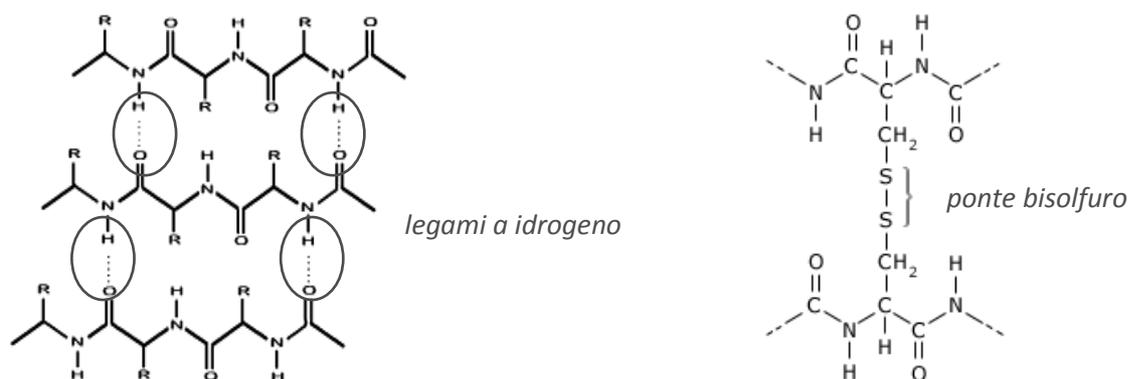
La farina contiene due componenti principali: dei granuli di amido, composti da due tipi di molecole, l'amilosio e l'amilopectina, e diverse proteine solubili (albumine e globuline) e insolubili (gliadine e glutenine). Se, al momento dell'impasto, ci troviamo di fronte a una pasta elastica, lo si deve alle proteine insolubili, che formano un reticolo chiamato glutine; il glutine è un reticolo viscoelastico: tirato si allunga, ma poi, quando la tensione è eliminata, riprende parzialmente la sua forma iniziale. In assenza di questo reticolo non si può dunque formare una pasta modellabile, ma neanche si può avere una lievitazione efficace: il glutine, nella sua fase estensiva, permette infatti di formare le sottili pareti divisorie della mollica che intrappolano l'anidride carbonica, frutto della fermentazione dei lieviti.

Il frumento è praticamente l'unico cereale con cui formare una buona pasta da pane: la sua composizione è infatti tale che il glutine formato è elastico quanto basta da estendersi sotto la spinta della lievitazione, mantenendo però il gas intrappolato.

**Trasformazioni in fase di impasto**

Vediamo ora cosa succede alla struttura delle proteine e dell'amido durante l'impasto.

All'inizio le molecole delle proteine sono come catene ripiegate su di loro stesse in forma di gomitolo, tenute insieme da legami intra-molecolari: legami a idrogeno o ponti bisolfuro (tra due atomi di zolfo presenti nelle unità cisteiniche).



Prima dell'impasto questi legami sussistono solo tra gli atomi di una stessa molecola di proteina, da cui il ripiegamento di questa in forma di gomitolo (fig. a). L'atto di impastare, tuttavia, separa le catene proteiche e srotola progressivamente tali gomitoli (denaturazione, fig. b)



Una volta che le proteine sono allineate non sono però libere: la formazione di nuovi legami a idrogeno e ponti bisolfuro, questa volta inter-molecolari, spiega la formazione di quel reticolo tridimensionale chiamato glutine (fig. c). Contemporaneamente l'acqua dell'impasto penetra all'interno dei granuli di amido rigonfiandoli e attivando le amilasi.

### **Trasformazioni in fase di fermentazione**

Durante la fase di fermentazione i lieviti espellono CO<sub>2</sub>. Questo gas, grazie all'elasticità del glutine, non fuoriesce dall'impasto, ma lo rigonfia, rimanendovi intrappolato sotto forma di miriadi di alveoli.

La velocità di fermentazione del pane aumenta proporzionalmente alla temperatura fino a 45-50°C. Al di sopra di tale temperatura l'attività dei lieviti diminuisce in quanto essi cominciano a morire cessando così, sopra i 60°C, ogni attività. Bisogna tenere presente che, per la notevole complessità di reazioni coinvolte nella fermentazione, i lieviti producono anche diverse molecole 'odorose', accanto ai principali prodotti etanolo e CO<sub>2</sub>. Sono stati infatti identificati aldeidi, chetoni e alcoli diversi dall'etanolo, che concorrono a formare il caratteristico aroma e gusto del pane, una volta cotto.

### **Trasformazioni in fase di cottura**

Durante la cottura avvengono delle trasformazioni molto importanti. Dopo l'infornatura, la temperatura del pane passa dai valori ambientali a livelli superiori, salendo uniformemente all'interno e all'esterno del prodotto; fino ai 35-40°C i lieviti continuano a proliferare, superati i 45-50°C, essi iniziano a morire e a 60°C circa la lievitazione cessa del tutto. Il rigonfiamento della pasta che si osserva in fase di cottura è infatti dovuto alla dilatazione del gas presente nell'impasto, non alla formazione di nuovo gas.

Sopra i 90°C comincia a formarsi la crosta, molto importante perché impedisce all'acqua interna di continuare ad evaporare, garantendo la morbidezza della mollica.

L'amido gelifica in un reticolo chiamato salda, mentre le proteine del glutine perdono parte della loro acqua e coagulano: così si forma la mollica.

In superficie, l'imbrunimento della crosta e il caratteristico odore di cotto, sono dovuti alle reazioni di Maillard, che avvengono tra gli zuccheri ed i gruppi amminici delle proteine.

Queste reazioni, molto complesse, avvengono spesso nei processi di cottura, compresa quella della carne (specie se grigliata) e portano alla formazione di numerosi composti aromatici non ancora completamente individuati.

# L'istituto di Istruzione Superiore "Carlo e Nello Rosselli" di Aprilia ha inaugurato il nuovo laboratorio di Chimica

Simonetta SORO<sup>1</sup>  
simonetta.soro@gmail.com

L'Istituto d'Istruzione "Carlo e Nello Rosselli" di Aprilia, che rappresenta un polo Tecnico Tecnologico e Professionale ed è sede del Presidio Provinciale per il Piano Nazionale "Insegnare Scienze Sperimentali", da sempre ha cercato di confrontarsi con la comunità di cui fa parte e della quale è espressione. I cambiamenti in atto sono stati sempre avvertiti e variamente discussi, accettati e fatti propri. Di fatto, il mondo dell'istruzione è stato, in modo differente nel tempo, specchio della società e l'Istituto ha sempre cercato di rispondere prontamente alle richieste per colmare la distanza fra la scuola ed il mondo che la circonda. Il rapporto fra scuola e collettività richiede infatti un travaso continuo di istanze di cui si possono avvalere entrambi i soggetti. L'istituto ha quindi tenuto conto delle metamorfosi sociali, culturali ed economiche in atto ed ha avuto cura di rielaborarle attraverso il vivace confronto interno che lo contraddistingue. Ne è un tangibile esempio l'attivazione dell'Alternanza Scuola Lavoro che è oramai a regime al Rosselli da diversi anni e vede coinvolti annualmente circa 600 studenti con più di 65000 ore di lavoro-esperienza in quasi 200 aziende del territorio.

Il polo industriale di Aprilia, che conta circa 73000 abitanti, è ampiamente noto per le sue industrie chimiche e farmaceutiche. In questo ambito e con tali premesse l'Istituto ha risposto alle esigenze locali richiedendo l'attivazione per il Tecnico Tecnologico di un nuovo indirizzo: *Chimica Materiali e Biotecnologie*, concesso per l'anno scolastico 2011-2012. Il riordino scolastico, che ha riguardato la scuola secondaria di secondo grado, aveva infatti ritardato l'attivazione, collocando la richiesta avanzata da qualche anno nei nuovi tecnici e non nell'ambito dei vecchi professionali. Nell'Anno Scolastico in corso sono presenti tre classi, una seconda e due prime. L'articolazione ad oggi presente nell'Istituto è quella *Biotecnologie Sanitarie*. L'Istituto ha già investito nel futuro del nuovo indirizzo chimico stipulando un Protocollo d'Intesa con la Divisione Didattica della Società Chimica Italiana ed inserendo tra i membri esterni del Comitato Tecnico Scientifico anche l'attuale presidente dell'Ordine interregionale dei Chimici (Lazio Marche Abruzzo) dott. Fabrizio Martinelli.

Presso l'Istituto era già presente un laboratorio di Chimica di base, dotato di apparecchi, strumenti e reagenti necessari per soddisfare ampiamente la didattica chimica del primo biennio, ma non adeguato per soddisfare le necessità nella formazione di futuri tecnici chimici. Da qui la richiesta, avanzata all'Amministrazione Provinciale di Latina, direttamente nella persona del Presidente Armando Cusani, già in occasione dell'inaugurazione della nuova ala dell'istituto, all'inizio dell'anno scolastico scorso. Nella nuova ala, infatti, si era venuto a creare lo spazio per l'allestimento di un nuovo laboratorio che risultasse adeguato per sviluppare negli studenti competenze tecnico-pratiche in ambito della *Chimica Analitica e Strumentale*, della *Chimica Organica e Biochimica* e della *Microbiologia* oltre che essere adeguato agli standard richiesti dalle industrie del settore.

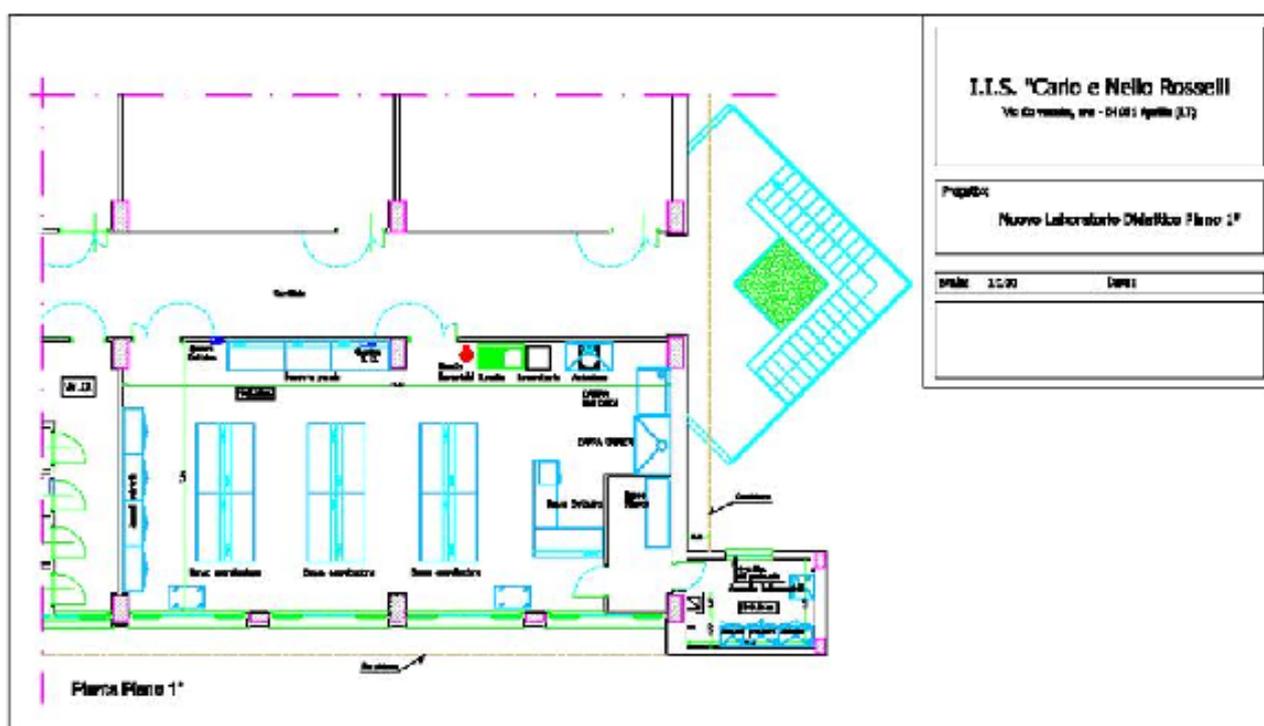
Il progetto ha mirato all'allestimento di un laboratorio all'avanguardia, in piena sicurezza e che fosse versatile, dovendo essere utilizzato per le attività laboratoriali di differenti discipline. Il laboratorio di Chimica, realizzato interamente con fondi pubblici, è stato innanzitutto dotato degli impianti e dei servizi per l'erogazione di acqua ed energia elettrica, e di arredi sia per la custodia ordinaria di materiali ed apparecchiature, sia per la conservazione e protezione di sostanze particolarmente pericolose (reagenti chimici, sostanze reflue, etc.). In termini di sicurezza sono stati previsti ed installati sistemi di aspirazione indipendenti per la cappa chimica, le cappe puntiformi sui banconi e per gli armadi di sicurezza locati in un'apposita stanza, oltre ad una doccia di emergenza ed un lava-occhi. Il modello di riferimento è stato quello di un laboratorio dotato di un banco-cattedra con LIM (Lavagna Interattiva Multimediale) e di banchi di lavoro per l'esecuzione di esperimenti con postazioni individuali per un totale di 24 postazioni, tutti dotati di utenze acqua ed energia elettrica. E' stato inoltre ricavato uno spazio per la preparativa anche con una lavavetreria, due cappe, una microbiologica a flusso, ed una chimica dotata di un sistema di protezione automatico che gestisce il Saliscendi. E' inoltre presente una piccola sala bilance. Come richiesto dalle linee guida del MIUR, al fine far acquisire agli studenti competenze relative alle metodiche per la caratterizzazione dei sistemi biochimici, biologici e microbiologici e all'uso delle principali tecnologie sanitarie nel campo biomedicale, farmaceutico e alimentare, il laboratorio è stato attrezzato con le seguenti apparecchiature: Centrifuga, n° 4 Bilance analitiche, n° 2 Bilance tecniche, pH-metro da banco, Conduttimetro da banco, Bagno termostatico, Incubatore per batteriologia, Forno a muffola, Auto-

---

1. Docente di Chimica, Tutor Piano ISS, Tutor Reach

clave, Microscopi per didattica, Pompa da vuoto. Le postazioni sono inoltre dotate di Agitatori magnetici con riscaldamento e Mantelli riscaldanti oltre tutta la vetreria ordinaria e speciale. Infine per dare agli alunni la possibilità di acquisire competenze specifiche nei processi di produzione, in relazione alle esigenze delle realtà territoriali, negli ambiti chimico, merceologico, biologico, farmaceutico, con particolare riferimento ai diversi settori della chimica analitica e strumentale e della chimica organica di sintesi, il laboratorio è stato dotato di grandi apparecchiature attualmente di comune uso nei laboratori di analisi e di preparazione che, basandosi sui principi fisici e chimico-fisici, permettono di realizzare esperimenti didatticamente innovativi nell'ambito delle metodologie dell'analisi chimica. Il laboratorio è ad oggi dotato di un HPLC e di uno spettrofotometro UV-visibile entrambi gestibili da software la cui interfaccia grafica è visibile all'intera classe mediante la LIM.

In questo unico spazio, dotato di strutture ed apparecchiature all'avanguardia gli studenti potranno integrare competenze di chimica, di biologia e microbiologia, di impianti e di processi chimici e biotecnologici, di organizzazione industriale ed essere pronti per un proficuo inserimento nel mondo del lavoro. Come espresso dal Dirigente Scolastico Prof. Giovanni Battista Galassi il nuovo laboratorio, oltre a migliorare l'offerta formativa dell'Istituto Rosselli, sarà anche aperto alle aziende chimiche del territorio affinché ci possa essere una maggiore collaborazione tra scuola e mondo del lavoro.



## Riflessioni storiche sul concetto di affinità chimica

Corinna GUERRA

Istituto Italiano per gli Studi Storici  
guerra@iiss.it

Il concetto di affinità chimica, per buona parte della sua storia, può essere ricompreso in quella vasta categoria definita dal sintagma "ostacolo epistemologico", definizione che il filosofo e storico della scienza Gaston Bachelard (1884-1962) teorizzò nella *Formazione dello spirito scientifico* del 1938[1]. Il sottotitolo dell'opera era appunto *Per una psicoanalisi della Ricerca scientifica* poiché Bachelard era fortemente persuaso che esistesse un inconscio dello spirito scientifico fisiologicamente costellato di errori ed ostacoli. In effetti, osservava, si conosce sempre contro una conoscenza anteriore ed è impossibile fare d'un colpo *tabula rasa* delle conoscenze usuali. Così lo "spirito scientifico" finiva col risultare molto vecchio, perché rappresentava l'età dei suoi pregiudizi. In breve, abitudini mentali che furono utili e salutari in una determinata epoca della scienza, in quella successiva avrebbero potuto alla lunga intralciare la ricerca. Questo è un po' quello che è accaduto con l'affinità in chimica, cioè la ricchezza di significati contenuti in essa in virtù del suo lungo passato epistemologico, l'ha trasformata in un ostacolo per l'avanzamento della ricerca scientifica che continuava a riferirsi con lo stesso termine "affinità" a mutati contenuti concettuali.

È utile avvicinarsi all'affinità partendo dall'etimologia, la parola "affinità" viene dal latino *affinitas* o *adfinitas*, corrispondente all'aggettivo *affinis* o *adfinis*, dunque il primo immediato significato è quello di localizzazione geografica, nel senso stretto di *affinis* come confinante o limitrofo e *affinitas* come vicinanza o prossimità.[2] In seguito si aggiunsero i due differenti significati figurati di *parentela* per alleanza, cioè quella acquisita mediante un matrimonio e che unisce ciascuno dei due congiunti alla famiglia dell'altro e quello di *somiglianza*, o meglio di rapporto tra due cose che presentano fra loro qualche similitudine.

Nel Dizionario Tommaseo (1861-'79) si legge:

«(Alchim. E Chim.) Presso gli Alchimici ed i Chimici di parecchi secoli fa Affinità significò Somiglianza di natura tra i corpi, Parentela. Le cose le quali nelle sostanze loro hanno affinità, l'una per sua corruzione si può tramutare nell'altra.

(Chim.) In altri esempi apparisce che Affinità significò oltre alla somiglianza della natura tra i corpi, anche una certa tendenza ad unirsi insieme intimamente, od a combinarsi, come ora si direbbe.

Più tardi Affinità assunse il significato esplicito di tendenza alla combinazione chimica dei corpi di natura diversa. Però si disse di avere affinità tra loro di quelle sostanze che inclinano e possono combinarsi insieme.

La seconda specie di attrazione tende ad unire e mantenere unite le particelle dissimili o di natura diversa; si chiama attrazione di composizione o affinità chimica.»

[N. Tommaseo, *Dizionario della lingua italiana*, Torino, U.T.E.T. 1861-79, 4 voll., *ad vocem*]

In base a ciò si può ritenere che la differenza fra l'unione di due sostanze diverse e l'unione di due sostanze simili o identiche, non si situi al livello della tendenza ad unirsi, espressa dallo stesso concetto di affinità e dalle stesse grandezze, ma al livello dell'unione già realizzata.

Se la causa dell'unione o della tendenza all'unione di due sostanze era centrale per tutti gli studiosi dei fenomeni chimici, essi però non si avvalsero sempre della parola "affinità". Infatti troviamo nelle opere apparse orientativamente dal XVI al XVIII secolo, anche altri termini oltre a quello di "affinità", con significati più o meno riconducibili ad essa, per esempio: *appetito* ed *avidità* sono ricorrenti nel lessico del magnetismo e dell'elettrostatica; *simpatia* ed *amicizia* sono preferite quando ci si avvale della tipica metafora antropomorfa; *attrazione* rendeva invece l'idea di affinità di somiglianza mediante il principio di similitudine; *parentela* così come *alleanza* sono i termini utilizzati prevalentemente nell'interpretazione della reazione chimica intesa come unione matrimoniale. Poi vi sono termini che sembrano esulare dalla cerchia dell'antropomorfismo come quello di *omogeneità*, poiché si connette direttamente al concetto di somiglianza e *rapporto*, che va qui inteso come *ratio* matematica, vale a dire relazione, ma si comprenderà meglio più avanti in riferimento alla tavola di Geoffroy.

## Riflessioni storiche sul concetto di affinità chimica

Pertanto se l'introduzione del termine "affinità" in chimica è relativamente recente, l'impiego del concetto scientifico ad esso sotteso si perde nella storia magica dell'alchimia. Prima del XVIII secolo i chimici utilizzarono la parola affinità quasi esclusivamente nel suo senso di somiglianza. Dunque la storia del termine "affinità" in chimica è di breve durata, mentre la storia del concetto scientifico è lunga e ricca.

È come se la longeva nozione di affinità, di volta in volta rinnovata ed arricchita, di pari passo con l'avanzare delle conoscenze matematiche e tecnologiche, resti uno dei concetti imprescindibili della fisico-chimica. Per secoli gli studiosi dei campi di ricerca più disparati non hanno potuto prescindere da esso, troviamo la parola "affinità" in opere di letteratura, chimica, fisica, fisiologia, ecc.

La sostanziale considerazione dell'affinità come tendenza all'unione, cioè come una non meglio compresa qualità occulta, che caratterizzò il suo primo utilizzo, costituì un problema per lo sperimentatore che non era per nulla aiutato nella comprensione del meccanismo delle reazioni e ancor più nella previsione dei risultati. Il caso esemplare per capire come operava tale principio è quello dei solventi:

«Vi sono similmente solventi corrosivi acque-forti. Giacché se voi mettete le acque-forti sulla cera o sul legno, quantunque mille volte più molli dei metalli, il solvente non li corroderà mai per la ragione che non possiede affatto affinità con la cosa che deve essere dissolta: ma se mettete le acque-forti sui metalli, che sono della stessa sostanza di queste acque, quali che siano le circostanze, vedrete subito che il solvente morderà il metallo, lo corroderà e si insinuerà atomo per atomo rendendo il metallo fluido come sé stesso.»

[W. Davissone, *Les éléments de la philosophie de l'art du feu*, Paris, F. Fiot 1651, trad. nostra]

Ragion per cui le dottrine chimiche fino al 1660 circa, nonostante la seduzione che esercitarono sull'immaginazione dei contemporanei, risultarono per lo più inutili. Questo perché la reale preoccupazione era prevedere se date due sostanze, si desse una reazione ed in caso positivo, che prodotti se ne ottenessero. Per provvedere a questo genere di esigenza furono create delle tavole di affinità, che possono essere anche interpretate come un primo tentativo di sistematica sulla scorta del quale si è giunti all'attuale Termodinamica dei Processi Irreversibili, nel cui ambito l'affinità è una grandezza matematica misurabile, che dà il valore istantaneo dell'attitudine a reagire di una sostanza in una reazione.

Concentrandosi, invece, sul concetto di affinità tra XVI e XVIII secolo, possiamo sicuramente tratteggiarne due caratteristiche ricorrenti: l'affinità era ritenuta potenziale, in quanto come "proprietà" delle sostanze si manifestava solo, effettivamente, quando si dava una trasformazione durante la quale proprio questa stessa proprietà scompariva (la qualità occulta del XVII rendeva bene questa idea); in secondo luogo la nozione di affinità possedeva la caratteristica di esser selettiva od elettiva, ciò significa che questa tendenza si manifestava solo tra certe sostanze. Questa seconda caratteristica fu la principale fonte di stupore e nel contempo di tormento per chi doveva operare con le sostanze.

L'idea di un'affinità chimica elettiva e potenziale naturalmente non è rimasta immutata nelle diverse dottrine che si sono avvicinate nei secoli. A titolo esemplificativo si può fare riferimento a due paradigmi[3] principali: meccanicistico e newtoniano.

Nel modello meccanicistico le proprietà delle sostanze derivavano dalle caratteristiche fisiche delle particelle che le componevano. I fenomeni erano frutto di materia e movimento e il vuoto non poteva dunque esistere: non si potrebbe spiegare meglio la natura così nascosta di un sale, se non ammettendo, per le parti che lo compongono, delle figure che rispondano a tutti gli effetti che esso produce. Addirittura P. Gassendi (1592-1655) nel *Syntagma philosophicum*, postumo 1658, tentava spiegazioni ricorrendo al solo cambiamento di posizione delle particelle. In quest'ottica gli acidi sarebbero stati dotati di punte e gli alcali, che reagivano con gli acidi provocando effervescenza, sarebbero stati formati da particelle porose. L'effervescenza che si manifestava durante fermentazione, poi, era provocata dalla semplice fuoriuscita della materia sottile che occupava i pori, adesso tappati dalle punte degli acidi.

«Dirò che l'acidità di un liquore consiste nelle particelle di sale appuntite che sono in agitazione; e non credo che mi si contesti che gli acidi abbiano delle punte poiché tutte le esperienze lo dimostrano; non si deve assaggiare perché provoca dei pizzicori sulla lingua simili a quelli provocati da una materia tagliata in punte molto fini; ma una prova dimostrativa e convincente che l'acido è composto di parti appuntite è che tutti i sali acidi cristallizzano in punte. (...) questi cristalli sono composti da punte differenti per lunghezza e grandezza e occorre attribuire questa differenza alle punte più o meno acute delle diverse specie di acidi. (...) così è questa *differenza di sottigliezza delle punte* che permette a un acido di penetrare e disciogliere una miscela che un altro non riesce a fare; (...) L'acqua regia è il solvente dell'oro, e l'acquaforte non lo sfiora: l'acquaforte è il solvente dell'argento e non tocca l'oro.»

[N. Lemery, *Cours de Chymie*, Parigi 1675, trad. nostra, corsivo nostro]

Di questo ambito fa parte "il modello sessuale dell'affinità" rappresentato dagli acidi appuntiti rientranti agevolmente dentro basi rotonde.

«Quando gli atomi dell'acido nitrico sono stati così formati nel seno della terra, essi si attaccano subito alle sementi alcaline che giacciono anche nel ventre della terra, io l'ho dimostrato, essi le sollecitano come se fossero le loro fidanzate, ad unirsi con loro con i legami dell'imene e da questa unione ne risulta l'azoto.»

[J. Mayow, *Opera Omnia medico-physica tractatibus quinque comprehensa*, teatro Sheldoniano Oxonii, 1674]

Ancora più singolare era l'idea di Johann Conrad Barchusen[4] (1666-1723) per la quale l'effervescenza che si sviluppava da una reazione acido-base era l'analoga manifestazione dell'allegria che s'accompagnava alle unioni coniugali.

Tuttavia la filosofia meccanicistica, respingendo ogni idea di forza interagente fra le particelle costituenti i corpi ed in più imponendosi di dimostrarne la reattività con la sola figura e movimento delle particelle aveva subito una pesante sconfitta di fronte alle reazioni di doppia sostituzione tra metalli e sali.

Invece il paradigma newtoniano[5] forniva una spiegazione soddisfacentemente coerente del fenomeno, ritenendo che la combinazione finale fosse dovuta all'attrazione che le particelle delle sostanze esercitano le une sulle altre. Restava ancora in sospeso di che tipo fosse questa attrazione[6] e gli sforzi dei "fisici newtoniani" lungo il XVIII secolo furono volti ad assimilare l'affinità, intesa come tendenza all'unione, con l'attrazione interparticellare, a sua volta assimilata alla forza di attrazione gravitazionale, per poi provare a quantificarla.

«Quando si versa del sale di tartaro sulla soluzione di un metallo, questo sale, scomparendo lo fa cadere al fondo del liquido sotto forma di fango: ciò non proverebbe che le particelle acide sono attratte più dal sale di tartaro che dal metallo e che grazie a questa superiore attrazione vanno dal metallo al sale di tartaro?»

[Newton, *Opticks* 1704]

Nella visione newtoniana le particelle elementari erano dure ed impenetrabili, conclusione probabilmente tratta in conseguenza dell'osservazione dei fenomeni di solidificazione e di precipitazione.

L'interesse destato dagli studi sull'affinità fu così grande che l'uso della metafora e del concetto che da essa discende è sconfinato in campi diversi da quello delle scienze naturali. L'uomo, si è detto, ha attribuito alle relazioni che riscontrava fra gli oggetti esterni quei sentimenti che egli stesso provava come l'amore e l'odio, la simpatia e l'antipatia e così evidentemente l'affinità.

I sentimenti sottesi all'instaurarsi di una *elezione* tra due persone che si *scelgono* tra tutte le altre per unirsi, si mostravano inesplicabili almeno quanto il comportamento delle sostanze in reazione. Evitando di entrare nel merito di una visione semplicistica e superficiale della psicologia, quello che interessa qui è la constatazione che la *selettività* delle relazioni che si manifestano nell'intersecarsi delle vite umane, è un fenomeno misterioso per molti aspetti; su ciò s'innesta il parallelo con i primi chimici che riscontravano nelle sostanze che analizzavano delle unioni ricorrenti o altre impossibili da creare e la ragione, la causa, di queste *preferenze* rimaneva loro oscura e come tale necessitava di un involucro allusivo, che facesse riferimento ad altre realtà, più immediatamente rilevabili, come quelle della vita effettiva.

W. Goethe (1749-1832) scrisse nel 1809 il romanzo *Le affinità elettive*: l'autore operò con i suoi personaggi come fossero le sostanze in giuoco di un esperimento, cosa affatto aliena agli studi scientifici a cui Goethe si dedicava[7]. Tuttavia il suo sguardo naturalistico-alchemico sui sentimenti e le passioni umane lo pose di fronte al rischio di un'accusa di immoralità, poiché sfidava la sacra istituzione del matrimonio. D'altra parte anche non condividendo l'aura di immoralità si doveva riconoscere che la conoscenza del cuore umano che questo romanzo rivelava era una conoscenza scoraggiante (Madame De Stael) e che la corrispondenza tra mondo umano e mondo naturale non era più consolante (Citati), anzi diventava preoccupante.

Goethe nel suo romanzo trovava particolarmente interessanti le affinità quando provocano separazioni:

«Questo rapporto sarà diverso secondo la diversità della natura dei corpi. Ben presto essi s'incontreranno come amici, come vecchi conoscenti, che stanno insieme, si associano senza per nulla modificarsi l'un l'altro, come si mescolano l'acqua e il vino. Altri, invece, rimarranno estranei, uno accanto all'altro, e non si lasceranno fondere in alcun modo, nemmeno mescolandoli e sminuzzandoli con mezzi meccanici; così l'olio e l'acqua che, agitati insieme, tornano immediatamente a separarsi.»

[Goethe, *Die Wahlverwandschaften*, Tübingen, J. G. Cotta 1809, ed. consultata: *Le affinità elettive*, Novara, EDIPEM 1974, p. 137]

Si è proprio di fronte a delle *affinità elettive*, perché sembra davvero che una relazione sia stata preferita ed eletta a scapito dell'altra. Siamo nella residenza di campagna di due coniugi, Edoardo e Carlotta, vi arriva successivamente il Capitano, personaggio che così riepiloga l'affinità doppia o dei quattro corpi, cioè quella da cui si ottengono due scomposizioni e due nuove composizioni. Come si è già detto, queste reazioni furono molto studiate nel XVIII secolo,

## Riflessioni storiche sul concetto di affinità chimica

erano infatti il principale fondamento delle *tavole d'affinità*. Così facendo Goethe anticipava anche lo svolgimento dell'intreccio del romanzo. Difatti, poco tempo dopo il Capitano, arriverà alla tenuta estiva della coppia anche Ottilia e la giovane incrinerà del tutto la felice unione.

«immaginate un'A tanto strettamente unita ad una B, da non poterne esser separata né con la forza né con altri mezzi; immaginate una C, che si trovi nelle stesse condizioni nei riguardi di una D; portate ora le due coppie a contatto: A si getterà su D, C su B, senza che si sappia chi per prima abbia abbandonato l'altra, chi per prima si sia stretta in una nuova unione con l'altra.»  
[Ivi, p. 140]

La storia si conclude con Edoardo ed Ottilia che giacciono insieme nella tomba, mentre il Capitano e Carlotta vivono sospesi nell'incertezza di una unione stabile e durevole. Così come un'unione completa di un acido e di una base è impossibile eccetto nella forma del precipitato, Edoardo e Ottilia “filtrano” fuori dalla vita, per giungere nel luogo dell'eterna unione, la tomba, lasciando il Capitano e Carlotta in un legame più instabile, “in soluzione”, la vita. Si sarebbe portati ad ammettere che così come le combinazioni chimiche sono il risultato delle forze immutabili della natura, un vero amore legherebbe gli esseri umani per sempre, anche ben oltre la morte.[8]

## Le tavole dei rapporti

*Una tavola chimica è in se stessa un piacevole spettacolo per la mente.*

**B. Le Bovier de Fontenelle**

Mettendo da parte questa digressione letteraria è opportuno ora soffermarsi su di un'espressione tipica di quell'ansia di dar ordine nelle conoscenze che vide coinvolta anche l'affinità chimica. Sotto il nome generico di *Tavole d'affinità* si designa una moda che ebbe notevole fortuna dal XVIII secolo fino a verso la metà del XIX, soprattutto in Francia e in Germania. Ben presto, però, emerse la limitata potenza predittiva delle tavole, ciononostante rimasero assai popolari, sicuramente perché tentarono di realizzare il sogno di svelare le leggi generali che governavano il mondo delle reazioni chimiche.

Furono elaborate varie tipologie di tavole, ma la differenza fra i gruppi si manifestava al livello della giustificazione teorica dei fatti che si sceglieva di rappresentare, non tanto nel meccanismo di costruzione delle tavole stesse.

La prima *Tavola d'affinità*[9] apparsa in ordine cronologico, benché proprio in questa la parola *affinità* non figurasse né nel titolo né nel testo della dissertazione che l'accompagna, è la *Table des différents rapports observés entre différentes substances*. Con questo titolo Etienne François Geoffroy [10](1672-1731) sfruttava abilmente i molteplici significati di “rapporto” come relazione e come *ratio* matematica ed evitava contemporaneamente ogni allusione alle idee antropomorfe implicite nel termine “affinità”. L'accoglienza che i colleghi accademici riservarono alla dissertazione del 1718 di Geoffroy fu decisamente tiepida, poiché nell'ambiente era ancora predominante il paradigma scientifico del sistema cartesiano ed i rapporti non meglio specificati presentati nella tavola sembrarono un ritorno dissimulato all'idea di *vis occulta* pre-meccanicistica.

La tavola si presentava come un prospetto a due entrate, le quali corrispondevano ai due ordini classificatori, uno in senso orizzontale e l'altro verticale; le sostanze erano rappresentate dai simboli allora in uso, per la maggior parte ereditati direttamente dalla simbologia alchemica. Il fondamento empirico sotteso all'organizzazione della struttura della tavola è l'osservazione delle reazioni durante le quali una sostanza veniva eliminata dal mezzo di reazione per precipitazione o per emanazione gassosa, cioè le reazioni di doppia scomposizione per azione di un acido, di una base o di un sale su un altro sale e lo spostamento di un metallo da parte di un altro in una soluzione di sale metallico.

Il principio guida per la costruzione della tavola era semplice: la tavola era divisa in sedici colonne, la prima riga dall'alto comprendeva differenti sostanze impiegate spesso in chimica, che rappresentavano appunto le sedici sostanze di riferimento[11]. Ciascuna sostanza di riferimento poteva combinarsi con le sostanze elencate sotto formando composti chimici; la tavola forniva così una classificazione dei composti chimici, dal momento che tutte le sostanze disposte in una colonna potevano combinarsi con la sostanza di riferimento in alto per creare composti chimici simili con comportamento chimico simile. La posizione più in alto era occupata dalla sostanza con la maggiore *disposition à s'unir* o il più forte *rapport d'union* con la sostanza di riferimento. Osservando la tavola si può distinguere tra una destra per le leghe e le soluzioni acquose ed una metà sinistra che rappresentava i sali. Mi Gyung Kim in *Affinity, That Elusive Dream*, ritiene che sia possibile interpretare la tavola coerentemente, cioè in maniera non contraddittoria, leggendone la metà destra come rappresentante il comportamento dei metalli in “soluzioni di fuoco” e la metà sinistra come la descrizione del loro comportamento in soluzioni acquose[12].

## Un parere discordante

*Non dobbiamo immaginare o pensare, ma guardare ciò che la natura mostra o crea.*[13]

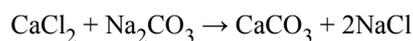
Tuttavia non tutti i chimici furono a favore delle tavole di affinità, come Claude Berthollet[14] (1748-1822), che nelle *Recherches sur les lois de l'affinité*, che sono la raccolta delle dissertazioni che tenne nell'ottobre 1799 all'Ecole dell'Institut de France, scrisse che le tavole erano sterili raccolte di dati, mentre l'affinità chimica andava distinta in tre tipi, che altro non erano che tre gradi di una stessa forza, sotto aspetti e circostanze differenti. Pertanto l'affinità sarebbe stata semplice tra due sostanze che agivano come se fossero una, ma poi bisognava suddividere in debole, era il caso di una soluzione di acqua e zucchero o forte, ed era questo il caso della reazione di un acido con base, ed infine complessa quando le sostanze in giuoco erano più di tre.

In particolare, l'affinità semplice è quella tra due sostanze, che sebbene composte di differenti principi, agiscono con un'unica forza. Quando la loro affinità è debole, le due sostanze mantengono le loro proprietà individuali. Quando, nel caso contrario, l'affinità è forte le proprietà di queste sostanze scompaiono e si forma una nuova combinazione. L'affinità elettiva, invece, è quella che viene rappresentata nelle tavole d'affinità, cioè quel tipo d'affinità che presiede alle reazioni di sostituzione. L'affinità complessa, infine, si riferisce ai casi in cui sono coinvolte più di tre forze. Dunque il motivo per cui molte operazioni davano risultati in apparente contraddizione con le tavole è che tali operazioni erano semplicemente il prodotto di più di tre forze; la discrepanza nasceva dunque dal grosso errore di confondere l'affinità elettiva con quella complessa. È chiaro che lo studioso aveva a cuore di demolire la nozione di affinità elettiva come costante.

«Ci faremo un'idea sbagliata delle affinità, se ci persuadessimo che, in tutti i casi, un corpo sottragga ad un altro la totalità del principio verso il quale ha più affinità: rendiamo più chiaro questo enunciato con due esempi: se facciamo bollire dell'acido solforico su del mercurio, su dell'argento, o su del rame, questi metalli non decompongono completamente l'acido solforico, essi non sottraggono allo zolfo tutto l'ossigeno al quale era unito; essi agiscono sull'ossigeno solo in virtù della forza attrattiva che esercitano su di esso, diminuita della forza attrattiva che a sua volta lo zolfo esercita sull'ossigeno. Bisogna dunque considerare l'ossigeno in mezzo a queste forze di scomposizione come ubbidiente a due forze ineguali; da una parte è attirato dal metallo che tende a ridursi in calce altrimenti detta ossido; da un'altra parte, è trattenuto dallo zolfo, e si ripartisce fra i due, finché non ci sia equilibrio (...) Non si può dunque dire (...) che un acido ne scacci un altro dalla base con la quale era combinato, ma [si deve dire] che ne condivide l'azione che era esercitata sulla base per produrre la saturazione in ragione delle masse impiegate.[15]»  
[nota di Berthollet alla traduzione francese del *Saggio sul Flogisto* di Richard Kirwan (1733-1812), pubblicata a Parigi nel 1788]

A riguardo dell'affinità però interessa un episodio della vita di Berthollet: tra maggio 1798 e ottobre 1799 prese parte ad una spedizione in Egitto. Quest'ultima campagna fu organizzata per motivi di politica estera ed interna, l'obiettivo politico e militare di tale spedizione in Egitto era il controllo dell'istmo di Suez al fine di danneggiare gli interessi commerciali inglesi nel punto di snodo centrale del traffico marittimo, ma era anche importante tentare di ristabilire il prestigio coloniale francese.

Nella valle dei laghi di Natron, Berthollet ebbe modo di studiare la possibilità di sfruttamento di depositi naturali di soda[16]. Il natron è un minerale contenente sodio (da cui deriva appunto il simbolo chimico del sodio Na), che veniva utilizzato nell'antico Egitto per la mummificazione dei cadaveri. Su questi laghi osservò, grazie alla fluorescenza, il prodursi di soda favorito dalla speciale composizione del terreno, vale a dire un suolo sabbioso calcareo con canneti e dovuta alla mutua decomposizione di cloruro di sodio NaCl e carbonato di calcio CaCO<sub>3</sub>. Tutti i chimici dell'epoca sapevano che mescolando in soluzione cloruro di calcio CaCl<sub>2</sub> e carbonato di sodio Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> si otteneva un precipitato di cloruro di sodio NaCl e carbonato di calcio CaCO<sub>3</sub>:



In uno dei laghi menzionati, però, Berthollet aveva osservato la reazione inversa, cioè si formava del carbonato di sodio nei punti dove le acque fortemente saline erano a contatto con la roccia calcarea.

Rilevando con attenzione le circostanze particolari, Berthollet concluse che l'inversione del senso della reazione, era dovuta ai cambiamenti delle condizioni sperimentali: l'elevata concentrazione salina e la temperatura superiore a quella dei laboratori parigini. Da ciò scaturirono le sue riflessioni sulla "revertibilità"[17] delle reazioni. Riteneva l'affinità simile alla gravità per natura ed origine e d'aver trovato un mezzo per determinare numericamente le affinità mediante una grandezza che chiamava "capacità di saturazione". Volendo schematizzare il principio guida dei "costruttori" di tavole, si avrebbe: AB+C=AC+B oppure AB+CD=AC+BD considerando sempre le reazioni come totali e prive di ripar-

tizzazione delle sostanze reagenti. Invece per Berthollet ogni acido svolgeva la sua azione, limitatamente alla sua capacità di saturazione e alla sua quantità. Considerava una legge dell'azione chimica il fatto che la quantità di una sostanza potesse sostituire gli effetti dell'affinità al fine di produrre lo stesso grado di saturazione e, di conseguenza, l'azione chimica diminuiva in proporzione al grado di saturazione al quale era pervenuto. In passato[18] si era pensato diversamente, cioè che usando eccessive quantità di sostanza si poteva incidere sulla velocità o l'efficienza di una trasformazione chimica, ma non sulla direzione della trasformazione stessa, che era invece invariabilmente predeterminata; dunque la quantità era un fattore che aveva influenza sull'immediatezza, ma non sulla spontaneità di una reazione.

La concentrazione, qui risiede il contributo originale alla teoria classica newtoniana, diventava un fattore in grado di modificare una delle forze presenti, distruggendo l'equilibrio e perciò cambiando il risultato della reazione. Diventava dunque dominante l'aspetto qualitativo e macroscopico, piuttosto che quello delle intime attrazioni fra le particelle.

Le tavole d'affinità si basavano sul meccanismo delle reazioni di doppia scomposizione (acido o base su un sale o sale su sale), mentre Berthollet asseriva che le precipitazioni prodotte in questi casi, non erano altro che la conseguenza immediata dell'insolubilità o della volatilità dei prodotti che potevano formarsi (*Règles de Berthollet*). Questa regola derivava dalla convinzione che la grande forza di coesione di un prodotto insolubile o la forza espansiva di un prodotto volatile spostava l'equilibrio delle forze in gioco e determinava la separazione del corpo insolubile e volatile. Il fenomeno, così inteso, era indipendente dalle affinità proprie delle sostanze, ma dipendeva solo dalle proprietà fisiche di quest'ultime. Perciò i chimici di allora sbagliavano ad attribuire maggiore affinità alle sostanze che precipitavano più facilmente, perché l'elasticità (stato gassoso) o l'insolubilità (precipitato) di certe sostanze reagenti poteva al limite impedire o, a seconda dei casi, aiutare la reazione dal momento che rimuovevano la sostanza dalla "sfera di attività".

Ciò che Berthollet contestava non era quindi la nozione di affinità come una forza che ha una certa grandezza, ma il fatto che fosse stata concepita come determinata, assoluta, uniforme, misurata per mezzo delle reazioni di sostituzione e che di quest'ultime decretasse inequivocabilmente il risultato.

### Conclusioni

*Non dobbiamo paragonare il cammino della scienza alle trasformazioni di una città, dove i vecchi edifici vengono impietosamente abbattuti per far posto alle nuove costruzioni, ma alla continua evoluzione dei tipi zoologici che si sviluppano e finiscono per diventare irriconoscibili agli sguardi comuni, ma dove un occhio esperto riconosce sempre le tracce del lavoro anteriore dei secoli passati. Non dobbiamo credere che le teorie fuori moda siano state sterili e vane.*

**H. Poincaré, *La valeur de la Science* (1966)**

La storia del concetto di affinità è stata in un certo senso orientata verso il raggiungimento di una formulazione matematica univoca e non equivocabile di essa, ma forse ciò non ha poi determinato applicazioni nuove e migliori del concetto stesso nell'indagine chimica. Probabilmente un esempio illustrerà meglio questo assunto.

La storia della scienza presenta numerosi esempi di concezioni le quali considerate inservibili se non addirittura nocive per il progresso della conoscenza, sono poi ritornate in veste più "moderna". In chimica organica e biochimica la struttura delle molecole svolge un ruolo essenziale nel contesto della reattività e l'affinità si manifesta come un'attitudine al riconoscimento di "forme", ciò significa che solo certe forme geometriche (è questo il caso delle molecole asimmetriche dette destrogire o levogire) possono unirsi ad esclusione di altre. Con i dovuti accorgimenti, non sembra proprio di riproporre il modello proposto da Lémery nel lontano 1675? Inoltre il "principio alchemico di similarità" è perfettamente riconoscibile nel principio H.S.A.B., sigla che sta per *Hard and Soft Acid and Base Principle* proposto nel 1963 dallo scienziato americano D. G. Pearson, secondo il quale principio, in perfetto stile settecentesco, «gli acidi forti preferiscono unirsi alle basi forti e gli acidi deboli preferiscono unirsi alle basi deboli»[19]. Anche in questo caso non sembra di trovarsi di fronte al medesimo meccanismo alla base della costruzione delle tavole d'affinità?

### Bibliografia e note

[1] G. Bachelard, *La formazione dello spirito scientifico. Contributo ad una psicoanalisi della conoscenza oggettiva*, ed. it. a cura di E. Castelli Gattinara, Milano, Raffaello Cortina Editore 1995.

[2] Cfr. M. Goupil, *Du flou au clair! Histoire de l'affinité chimique de Cardan à Prigogine*, C.T.H.S., Paris 1991, cap. I.

[3] Con il termine "paradigma" si fa qui riferimento alla concezione kuhniana del termine: «[i paradigmi sono] conquiste scientifiche universalmente riconosciute, le quali per un certo periodo forniscono un modello di problemi e di soluzioni accettabili a coloro che praticano un certo campo di ricerca» T. Kuhn, *The structure of scientific revolutions*, Chicago, Chicago University Press, 1962.

Nel *Poscritto* del 1969 Kuhn sostituirà al "paradigma" la "matrice disciplinare". I paradigmi non vanno intesi come modelli che si impongono dall'alto, essi si comprendono e si applicano ad una serie di fenomeni discordanti in una sorta di ri-orientamento gestaltico. Il successo di un paradigma è una promessa di successo, cioè esso funziona fino a quando riesce a ricondurre a sé problemi e soluzioni, come un vero e proprio universo concettuale e metodologico. Tra paradigmi vige però la regola dell'incommensurabilità, essi infatti rivelano un diverso modo di usare concetti e pertanto non vi può essere una continuità fluida tra

diversi paradigmi. Per una visione più generale cfr. C. Guerra, M. Capitelli & S. Longo, *Paradigms in Science: A Historical Perspective*, in *Paradigms in Theory Construction*, L. L'Abate (ed.), New York, Springer 2012.

[4] J. C. Barchusen chimico e medico tedesco, adottò idee meccanicistiche concernenti la struttura della materia, ma nello stesso tempo conservò la parola e la nozione di affinità nelle caratteristiche derivate dai pre-meccanicisti. Gli storici della chimica settecenteschi come Luis Bernard Guyton de Morveau (cfr. *Encyclopédie Méthodique, Chymie*, articolo «Affinité») lo considerarono il primo ad aver introdotto la parola affinità in chimica.

[5] Isaac Newton (1642-1727) si è occupato pochissime volte direttamente di questa problematica chimica come nella lettera a Robert Boyle datata febbraio 1678, nei *Pensieri sulla natura degli acidi* del 1692 e nella *Query XXXI dell'Opticks*;

[6] M. Crosland, *The development of Chemistry in the Eighteenth Century*, Studies on Voltaire and the Eighteenth Century, 24 (1963); A. Thackray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*, Cambridge, (Mass.) 1970.

[7] Tre quarti della libreria di Goethe erano occupati da testi scientifici. Goethe elaborò un principio scientifico che consisteva nel formare ogni volta i concetti sui rapporti che veniva osservando e non nell'attingerli a spiegazione come tali da un altro terreno (per esempio dall'atomismo). Concepì l'esperimento come mediatore tra soggetto ed oggetto ed i suoi maggiori lavori scientifici sono: *Metamorfosi delle piante* (1790), *Teoria dei colori* (1810), *Metamorfosi degli animali* (1820). Aa. Vv., *Goethe scienziato*, a cura di G. Giorello e A. Greco, Torino, Einaudi 1998.

[8] Cfr. Kim Mi Gyung, *Affinity, that Elusive Dream: A Genealogy of the Chemical Revolution*, London, MIT Press 2003, Introduction, pp. 1-2.

[9] F. L. Holmes, *The communal context for Etienne-François Geoffroy's "Table des Rapports"*, «Science in context» 9, 1996, pp. 289-311.

[10] U. Klein, *E. F. Geoffroy's Table of different "Rapports" observed between different chemical substances - a reinterpretation*, «Ambix», vol. 42, part 2, July 1995, p. 93, trad. nostra.

[11] Le sedici sostanze sono: *Espirits acides* (acidi), *Acide du sel marin* (acido cloridrico), *Acide nitreux* (acido nitrico), *acide vitriolique* (acido solforico), *Terre absorbante* (metalli alcalino terrosi), *Sel alcali fixe* (carbonato di potassio e carbonato di sodio), *Sel alcali volatil* (ammoniaca), *Substances Metalliques*, *Soufre mineral* (zolfo), *Mercure*, *Plumb*, *Cuivre* (rame), *Argent*, *Fer*, *Regule d'Antimoine* (antimonio), *Eau*. Per esempio la prima colonna, cominciando da sinistra, classifica le sostanze che si uniscono agli acidi (nella tavola sono gli "spiriti acidi"), nell'ordine decrescente della loro affinità per questi ultimi: così, dall'alto verso il basso, troviamo il carbonato di potassio, l'ammoniaca, gli ossidi metallici e i metalli. La seconda colonna è relativa all'acido cloridrico (nella tavola è chiamato "acido del sale marino") e classifica i metalli: stagno, antimonio, rame, argento, mercurio. La quarta colonna riguarda le combinazioni con l'acido solforico (nella tavola "acido vetriolico") e classifica così le sostanze: flogisto (detto "principio oleoso o infiammabile", ma con una terminologia moderna dovremmo dire "corpo riducente"), potassa, ammoniaca, ossidi dei metalli alcalino-terrosi, ferro, rame e argento.

[12] Fu Luis Lemery a tratteggiare l'esplicita analogia dell'acqua col fuoco come solvente per i processi di calcinazione e combustione.

[13] Questa frase è incisa sulla Tavola delle affinità conservata al Museo Galileo di Firenze (copia al Museo dell'Università di Bologna). Si trovava nella spezieria del Granduca Pietro Leopoldo, diretta da Uberto Francesco Hoefler che giunse al suo seguito nel 1765, fu commissionata nel 1767-'68 (in un inventario però si parla di simboli dello zodiaco), Modellata sulla *Table des differents Rapports* di E. F. Geoffroy, si differenzia per l'aggiunta di una diciassettesima colonna e in essa non compare il simbolo dell'aria. cfr. G. Piccardi, *Uberto Francesco Hoefler e la Tabula affinitatum*, «Nuncius» A. 19, fasc. 2 (2004), pp. 545-568.

[14] Studiò medicina a Torino, è famoso per la sintesi dell'ammoniaca, i contributi alla riforma della nomenclatura e alle prime riflessioni sull'equilibrio chimico.

[15] *Essai sur le Phlogistique et la constitution des acides, traduit de l'anglais de M. Kirwan; avec des notes de MM. de Morveau, Lavoisier, de Laplace. Monge, Berthollet & de Fourcroy*, Paris, 1788, vol. 1, p. 15, Berthollet ha qui presagito quella legge d'azione delle masse che avrà esatta formulazione solo nel 1860 grazie a Gudlberg, Waage e Vant'Hoff.

[16] Per un'analisi dettagliata degli interessi economici e politici delle scoperte bertholliane, cfr. P. Grapi & M. Izquierdo, *Berthollet's conception of chemical change in context*, «Ambix», vol. 44, part 3, November 1997.

[17] Il termine revertibilità è qui traslitterato dall'inglese *revertibility* in riferimento alla nota 15 di pag. 127 dell'articolo già citato di Grapi e Izquierdo: "usiamo qui il termine revertibilità invece di reversibilità per evitare un anacronismo. La parola revertibile va presa come una traduzione della parola francese *renversible* che Pierre Duhem usò per distinguerla dal termine moderno *réversible*. Vedi P. Duhem, *Introduction à la mécanique chimique*, Parigi, Carré 1893, pp. 93-94".

[18] Cfr. T. O. Bergman, *Traité des Affinités Chymiques ou Attractions Electives*, Parigi, Buisson 1788, p. 53 (che è la traduzione francese del testo in latino del 1783: *Disquisitio de Attractionibus Electivis*); B. L. G. de Morveau, *Seconde Mémoire sur les anomalies dans le jeu des affinités*, «Mémoires de l'Institut des Sciences Physiques et Mathématiques», 5 (1805).

[19] Cfr. Tse Lok Ho, *Hard and Soft Acid and Base Principle in Organic Chemistry*, Academic Press, New York 1977, cap. II, p. 6. Una molecola va considerata come un complesso risultante dall'unione di un acido e di una base di Lewis reali o ipotetici (la base di Lewis è la donatrice della coppia di elettroni per formare un legame covalente mentre il ricevente è detto acido di Lewis). Questi acidi e basi generici, vanno a loro volta divisi in *forti* e *deboli*.

# Federchimica per la Scuola

FEDERCHIMICA  
ASSOBASE PLASTICSEUROPE ITALIA

in collaborazione con  
Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

## PREMIO NAZIONALE FEDERCHIMICA GIOVANI

Chimica di base e plastica

EDIZIONE 2013

Federchimica,  
la Federazione Nazionale  
dell'Industria Chimica,  
promuove, insieme ad  
Assobase

- l'Associazione dei produttori di  
chimica di base -  
e PlasticsEurope Italia
- l'Associazione dei produttori di  
materie plastiche -

il concorso dedicato alla  
chimica di base e alla plastica,  
rivolto ai giovani amici dai 6 ai 14  
anni (della Scuola Primaria e della  
Scuola Secondaria di Primo Grado)  
insieme ai loro insegnanti.  
L'iniziativa è realizzata in  
collaborazione con il  
Ministero dell'Istruzione,  
dell'Università e della Ricerca.

Per la Scuola Primaria e  
Secondaria di Primo Grado

segreteriapremio@federchimica.it

## “Io Ricordo”

Una storia di amore e di chimica, di scienza e di passione, tra castelli di sabbia e laboratori spaziali: sono questi e tanti altri gli elementi del nuovo libro: “IO RICORDO – Se le molecole potessero parlare racconterebbero questa storia”, presentato nell’ambito del Festival della Scienza. Il libro, ideato e realizzato da Carthusia, casa editrice specializzata in editoria per ragazzi e promosso da Federchimica racconta come fin da bambini l’incontro con la scienza, e in particolare con la chimica, possa coincidere con l’amicizia e l’amore. Come dichiara l’autrice, Sabina Colloredo, infatti, “La chimica trasforma le cose in altre cose, così come l’amore trasforma l’uomo in un altro uomo: questa è una storia antica, almeno quanto la chimica! Nel libro si è cercato di parlare di chimica ai ragazzi in modo da coinvolgerli emotivamente e incuriosirli, raccontando una storia in cui possono riconoscersi col proprio linguaggio e le proprie sensazioni”. Il libro è stato presentato agli oltre 600 ragazzi di scuole elementari e medie provenienti da tutta l’Italia e riuniti a Genova per la cerimonia conclusiva del concorso Premio Nazionale Federchimica Giovani – sezione chimica di base e plastica che, come ogni anno, si svolge all’interno del Festival della Scienza. La ricerca e l’innovazione sono fattori imprescindibili per la chimica e la sua industria: abbiamo bisogno di giovani chimici appassionati e preparati. Da tempo Federchimica ha compreso l’importanza di avvicinare i ragazzi agli studi scientifici e in particolare alla chimica, un settore affascinante con potenziali percorsi di carriera vari e interessanti” ha dichiarato Daniele Ferrari, Vice Presidente di Federchimica e Presidente di Plastics Europe Italia. “Per questa ragione siamo molto orgogliosi di aver contribuito alla nascita di IO RICORDO, che racconta la chimica ai ragazzi in modo non scolastico, con un nuovo linguaggio, senza numeri e formule, incoraggiandoli a guardare il mondo con occhi diversi per provare ad accendere in loro una scintilla che potrebbe ispirare il loro percorso di studi e la loro professione”. Le illustrazioni di IO RICORDO, realizzato da Annalisa Beghelli, creano infine un corredo descrittivo efficace e diretto e contribuiscono al coinvolgimento emotivo dei piccoli lettori.

# Scuola di formazione (ed evento culturale) sul tema “La Qualità delle Acque”：“Chimicambiente 2012”.

Mario CIFELLI,<sup>1,2</sup> Giorgio CULIVICCHI,<sup>2</sup> Valentina DOMENICI,<sup>1,2,\*</sup>  
Alessandro LENZI<sup>2,3</sup> Carlo Alberto VERACINI<sup>1,2</sup>

1. Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa, via Risorgimento 35, 56126 (PI).
  2. Chema s.r.l., via Ernesto Solvay 44, 57016 Rosignano Solvay (LI).
  3. Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, via Monte alla Rena 43, 57016 Rosignano Solvay (LI).
- \* e-mail: [valentin@dccci.unipi.it](mailto:valentin@dccci.unipi.it)

## Riassunto

“ChimicAmbiente” è il nome di una Scuola di formazione dedicata a studenti universitari e neolaureati in discipline legate alla Chimica e all’Ambiente, che si svolge in autunno a Villa Celestina di Castiglioncello (LIVORNO). In questa breve relazione, verrà descritto lo spirito alla base di questa scuola, che si presenta anche come evento culturale nel contesto del Comune di Rosignano Marittimo. La struttura della scuola di formazione, che alla sua seconda edizione è stata centrata sulle analisi delle acque, può servire come modello, vista la interdisciplinarietà degli argomenti delle lezioni, l’equilibrio tra parte pratica e teorica, l’interazione tra docenti universitari e professionisti operanti nel settore pubblico e nel settore privato.

## Abstract

This brief article deals with the motivations, structure and program of the Second Edition of the School “ChimicAmbiente”, devoted to the relationship between Chemistry and Environmental Science. The School is located in Castiglioncello (LIVORNO, Italy) in the restyled Villa Celestina built at the beginning of the Nineteenth century. The second edition of the School was centred on the theme “The quality of Water: methods and laws concerning the control and purity of water for the different purposes”. This work has the objective to describe a model of intensive training school for undergraduate and neo-graduated students, with a good balance among theory, experiments, practices, discussions and interactions with Academic and Private experts.

## Introduzione

“ChimicAmbiente” è il nome di una Scuola di Formazione organizzata da Chema srl, una giovane start up dell’Università di Pisa, dedicata principalmente ad argomenti di Chimica Ambientale, che si svolge a Castiglioncello, in provincia di Livorno, all’interno di Villa Celestina, restaurata recentemente e di proprietà del Comune di Rosignano Marittimo. La seconda edizione della scuola di formazione era dedicata alla “Qualità delle Acque: Modalità di prelievo, caratterizzazione e limiti di legge” e si è svolta dal 14 al 17 Novembre 2012. Come la prima edizione, anche questa seconda scuola era rivolta soprattutto ai ragazzi che sono vicini al termine del loro percorso formativo universitario, o che, appena laureati, si affacciano al mondo del lavoro. La scuola ha avuto il patrocinio del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale (DCCI) dell’Università di Pisa, del Comune di Rosignano Marittimo, del Comune di Cecina e della Provincia di Pisa, ed è stata organizzata grazie ai contributi di alcuni sponsor, tra cui alcuni studi e aziende locali (studio di chimica e ambiente E.S.C., due studi di ingegneria: Sintecnica e Emme-studio, un laboratorio di grafica: IDEA), il Museo di Storia Naturale Rosignano e la Società Solvay S.P.A. L’evento è stato indicato dalla Società Solvay tra le celebrazioni del centenario della nascita dello Stabilimento Solvay di Rosignano.



Fig. 1. Logo dei Cento Anni dello Stabilimento Solvay di Rosignano.

I docenti della Scuola provenivano da realtà molto diverse tra loro e questo è stato un elemento molto utile a fornire un quadro il più possibile completo sull’argomento trattato. In particolare, hanno effettuato lezioni, sia pratiche che teoriche, alcuni docenti del DCCI (Università di Pisa), esperti provenienti da ARPAT (Agenzia Regionale per la protezione ambientale della Toscana), da ASA S.p.a. (Azienda Sevizi Ambientali) con sede a Livorno, dallo Stabilimento Solvay di Rosignano e da Thermofisher, presente per tutte le giornate con uno stand espositivo e due esperti a disposizione dei ragazzi per approfondimenti sulla cromatografia ionica e su altre tecniche strumentali per l’analisi delle acque.

## Scuola di formazione - La qualità delle acque

Hanno partecipato alla Scuola “*ChimicAmbiente 2012*” 18 ragazzi, di cui 12 studenti universitari, con un età media di 25 anni. Rispetto alla prima edizione, come si può notare nello schema di Fig.2, quest’anno la partecipazione ha visto la presenza non solo di Chimici, ma anche di Naturalisti, Veterinari e di laureandi in Scienze Ambientali e Scienze Naturali. I ragazzi (Fig. 3) hanno partecipato alle prime tre giornate di formazione e approfondimento su tecniche, analisi e trattamento delle acque, ed hanno seguito lezioni teoriche seguite da esercitazioni in aula e sul campo. L’ultima giornata invece era dedicata ad una Tavola Rotonda, aperta alla cittadinanza, dove sono intervenuti i principali attori, tra istituzioni, enti ed esperti professionisti, per discutere le problematiche connesse alla risorsa idrica, con particolare riferimento al contesto della Regione Toscana e in particolare alla costa livornese.

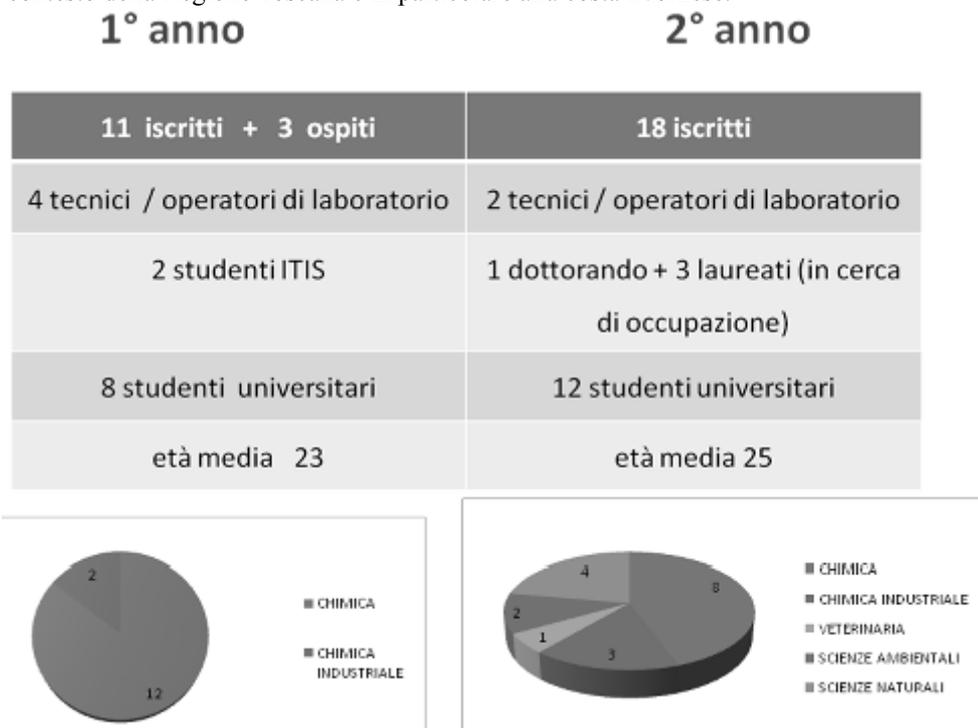


Fig. 2. Confronto tra la prima (1° anno) e la seconda (2° anno) edizione in termini di partecipazione degli studenti alla Scuola di formazione “*ChimicAmbiente*”.

### Struttura e programma della scuola

La prima giornata della scuola era dedicata a fornire agli studenti gli strumenti, soprattutto teorici e matematici, per affrontare una corretta analisi di dati sperimentali. I ragazzi sono stati introdotti quindi ai metodi statistici, al concetto di misura e alle caratteristiche degli strumenti di misura, per poi arrivare ai concetti di incertezza associati alla misura. Sono seguite due lezioni sui principi della statistica descrittiva, dalla definizione degli indici statistici fino ai principali metodi di inferenza statistica (dai test “t” di Student, “Chi quadro”, “F di Fisher” alla regressione lineare semplice). Alle lezioni teoriche sono seguite due esercitazioni pratiche con fogli excell predisposti per l’analisi di vari set di dati provenienti da analisi reali, riguardanti in particolare l’analisi di acque di reflui e di acque potabili.

La seconda giornata della Scuola si è aperta con una lezione riguardante i principi della scelta del campione e i metodi di campionamento e prelievo delle acque, a cui è seguita una prova pratica di prelievo e campionamento di acque di mare, proprio sotto la Villa Celestina, mediante delle bottiglie Niskin (Fig. 4).



Fig. 3. Partecipanti alla scuola “*CHIMICAMBIENTE*” Edizione 2012.



Fig. 4. Fase pratica con campionamento delle acque di mare sotto Villa Celestina.

Nel pomeriggio della seconda giornata, i ragazzi hanno seguito delle lezioni tenute da due tecnici di ASA S.p.a. sul campionamento dei reflui liquidi degli impianti, sul trattamento e la conservazione dei campioni, e dal responsabile Arpat del monitoraggio delle acque marine nei mari di fronte alla costa Toscana, ai sensi del Decreto legislativo 152/06. Durante quest'ultimo intervento, sono stati toccati anche argomenti molto attuali, come quelli relativi alle emergenze degli incidenti in mare relativi all'affondamento del "Costa Concordia", di fronte all'Isola del Giglio, e della perdita di bidoni tossici dell'Eurocarga "Venezia".

La terza giornata della scuola ha riguardato l'approfondimento delle metodiche di analisi strumentale con una panoramica completa sulle strumentazioni convenzionali e sui limiti di indagine. Particolare attenzione è stata data alla cromatografia ionica, presentata in tutti i suoi aspetti tecnico-scientifici da alcuni responsabili di Thermofisher, che hanno parlato del ruolo di questa tecnica nella analisi di specie inorganiche e organiche nelle acque. La cromatografia ionica, strumento base per laboratori di analisi delle acque sia potabili che di scarico, è stata presentata in uno stand espositivo, dove i ragazzi hanno potuto vedere le ultime innovazioni tecniche di questa strumentazione.

La seconda parte della giornata era invece dedicata alle normative, nazionali e internazionali, in fatto di analisi di acque superficiali e di acque reflue (i.e. scarichi industriali), con un intervento da parte di un esperto dipendente di Solvay S.p.a, a cui è seguita una relazione da parte di ASA sugli impianti per il trattamento e recupero delle acque potabili, con un cenno ai dissalatori, argomento di grande interesse nella Regione Toscana.

### Evento finale aperto al pubblico

Uno degli obiettivi della Scuola ChimicAmbiente è quello di formare i ragazzi a temi molto specifici legati alla Chimica e all'Ambiente, ma anche di avvicinarli al mondo del lavoro e di offrire un momento di approfondimento e di confronto su argomenti di attualità. Per questo l'ultimo giorno della scuola è aperto al pubblico e la cittadinanza è invitata a partecipare. L'ultima giornata della seconda edizione di ChimicAmbiente è stata caratterizzata da una Tavola Rotonda intitolata "La qualità delle acque come indice di qualità della vita ed opportunità-criticità di crescita del territorio" a cui hanno partecipato molti rappresentanti di enti e associazioni locali.

Dopo una breve introduzione sull'importanza dell'acqua nella storia, nella filosofia e nella cultura, tenuta dal Prof. Carlo Alberto Veracini, la mattinata è proseguita con una relazione di uno degli autori del presente lavoro, la Dr.ssa Valentina Domenici, sui motivi ispiratori della scuola Chimicambiente e sull'esito di questa seconda edizione, sottolineando l'alta partecipazione di studenti e laureati provenienti dalle aree della Chimica, Scienze Naturali e Scienze Ambientali. È stato quindi illustrato lo spirito legato alla Tavola Rotonda: un'occasione per i ragazzi di conoscere le problematiche e non solo gli aspetti tecnici e scientifici, di interagire con le autorità e i principali soggetti operanti nel settore della qualità e controllo delle acque. Questa iniziativa è stata anche un momento pensato per la cittadinanza, per far conoscere la scuola ChimicAmbiente e offrire uno spazio di confronto con coloro che si occupano della gestione e dello sviluppo del territorio. A questo proposito, significativa è stata la presentazione del Dr. Stefano Rossi, direttore del dipartimento ARPAT, che ha illustrato la situazione dei corsi d'acqua e dei siti a rischio tenuti sotto osservazione da ARPAT nel 2011.

Sono inoltre intervenuti al dibattito gli assessori comunali Margherita Pia e Daniele Donati, entrambi sottolineando l'importanza di iniziative di formazione in particolare dedicate alla Chimica e all'Ambiente, connubio essenziale per lo

## Scuola di formazione - La qualità delle acque

sviluppo del territorio, anche al fine di approfondimento su un possibile piano integrato della Chimica nella Regione Toscana.

L'Ingegnere Michele Huart, direttore dello Stabilimento Solvay di Rosignano, che ha sostenuto e seguito la scuola fin dalla sua idea iniziale, ha parlato dell'importanza dell'acqua, non solo per la quantità, ma anche per la qualità di questo bene prezioso. Huart ha illustrato le scelte di Solvay per il recupero e la razionalizzazione della risorsa acqua a scopo industriale, come il progetto Aretusa, con il quale parte delle acque industriali vengono recuperate, purificate e rimmesse nel ciclo produttivo.

E' seguito poi un breve dibattito con l'intervento del pubblico e, infine, ai ragazzi della seconda edizione di ChimicAmbiente è stata dedicata la chiusura della Scuola, con la consegna degli attestati di partecipazione ed un significativo riconoscimento del Club Rotary di Rosignano Solvay, che, tramite il suo presidente, Viviano Viviani, ha consegnato due borse di studio da 350 euro ciascuna a due neolaureati tra i partecipanti alla scuola Chimicambiente: Marco Piram, laureato in Chimica Industriale, ed Elena Silvestri, laureata in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio.



Fig. 5. Momento della Tavola Rotonda aperta al pubblico.

### Considerazioni finali

Se la prima edizione di ChimicAmbiente è stata soprattutto un esperimento, sia per la formula che per la mission, la seconda edizione si è consolidata come uno degli avvenimenti formativi-culturali più importanti nel territorio della Regione Toscana legati alla Chimica Ambientale. Il motivo sta probabilmente nella scelta di argomenti di grande attualità e nella costruzione di un programma completo, con un giusto bilanciamento tra lezioni teoriche, esercitazioni e prove pratiche sul campo. Dal feedback dei partecipanti alla Scuola sappiamo che è stata particolarmente apprezzata la possibilità di un confronto e un'interazione diretta con enti e laboratori sia pubblici che privati, con professionisti oltre che con docenti universitari. L'aver coinvolto nella costruzione del programma della scuola di formazione sia gli enti che le aziende operanti sul territorio ha inoltre permesso di affrontare tematiche di grande attualità e interesse. Tali argomenti sono stati trattati in modo oggettivo con l'obiettivo principale di fornire ai ragazzi tutti gli elementi utili a gestire in futuro problemi e questioni delicate, come quelle legate alla risorsa idrica.

### Riferimenti e link esterni

- Sito FB: <https://www.facebook.com/events/416190798402238/>

- Sito ufficiale della Scuola "ChimicAmbiente": <http://www.chemasrl.it/scuola2012.html>

- V. Domenici et al., Prima edizione della scuola di formazione di chimica chimicambiente, presentato presso il convegno "Le attività dell'Università di Pisa nel campo dell'educazione ambientale e alimentare" Pisa: 6 giugno 2012; Tipografia Editrice Pisana, pp. 73-75, 2012.

### Dati Arpat sulla Toscana:

<http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/annuario-dei-dati-ambientali-arpat-2012>

<http://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/acque-superficiali-fiumi-laghi-e-acque-di-transizione>

<http://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/corpi-idrici-sotterranei>

### Rassegna stampa:

<http://iltirreno.gelocal.it/cecina/cronaca/2012/11/17/news/chimicambiente-oggi-il-gran-finale-1.6048034>

<http://www.arpat.toscana.it/notizie/eventi/2012/tavola-rotonda-la-qualita-delle-acque-come-indice-della-qualita-della-vita-ed-opportunita-criticita-di-crescita-del-territorio>

# Una giornata studio dedicata ai Musei della Chimica e alla Chimica nei Musei della Scienza

Valentina DOMENICI

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa, via Risorgimento 35, 56126 (PI)  
valentin@dcci.unipi.it

Si è parlato di Musei della Chimica e di come la Chimica è presentata e rappresentata nei Musei Scientifici venerdì 23 novembre a Villa Celestina di Castiglioncello (LI). La giornata, voluta dall'amministrazione comunale di Rosignano Marittimo, è stata organizzata in collaborazione con lo stesso Comune, con il Centro di formazione e ricerca educativa (CAFRE) dell'università di Pisa e con l'Associazione Amici della Natura Rosignano, che gestisce il Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay. La giornata ha avuto il patrocinio del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa e della Società Chimica Italiana, di cui fa parte la "Rete dei Musei della Chimica".

I Musei e le Collezioni universitarie legate alla Chimica sono state oggetto di diverse relazioni nella mattinata, con la partecipazione del Museo di Chimica dell'Università di Genova, dell'Archivio Storico di Torino, ASTUT, che raccoglie strumenti scientifici e documenti di grande valore storico di tutto l'Ateneo torinese e del Museo di Chimica della Sapienza di Roma. Tra i partecipanti anche il curatore della Collezione Ugo Schiff di Firenze e un gruppo di studenti del Dipartimento di Chimica di Pisa, da me coordinato, che collabora con il Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay su iniziative dedicate alla Chimica. La discussione della mattina ha riguardato soprattutto il forte legame di questi istituti con l'Università e con le Scuole, principali fruitori dei Musei della Chimica, e della necessità di stringere una rete di collaborazione e di scambio per rafforzare la già esistente Rete dei Musei della Chimica.

L'evento è proseguito nel pomeriggio con una sezione aperta al pubblico a cui erano stati invitati esperti di Museologia Scientifica. Dopo il saluto dell'Assessore Margherita Pia, l'apertura della sessione dedicata al ruolo dei musei nel rapporto tra Scienza e Società è stata fatta dal professor Luigi Campanella, direttore del Polo Museale di Roma, che ha centrato la sua analisi sul cambiamento del ruolo dei musei scientifici fino ad oggi, per adattarsi alla sete di conoscenza dei cittadini e per formare le generazione di domani. Campanella ha sottolineato le relazioni dei nuovi Musei con l'educazione, la cultura e l'economia, esaltandone il dinamismo, l'interattività e la capacità di creare nuove connessioni.

Questi concetti sono stati richiamati da tutte le relazioni successive, dove si è parlato di casi concreti, dai grandi Science Center ai piccoli musei tecnici scientifici interattivi sparsi per l'Italia, che seppur meno noti, costituiscono un esempio di centri culturali fondamentali anche per l'economia dei territori in cui sono collocati.

Si è passati quindi alle testimonianze dei due più grandi Musei della Scienza Italiani, la Città della Scienza di Napoli, con il suo direttore, Luigi Amodio, e il Museo Leonardo Da Vinci di Milano, con la responsabile dei Programmi "Scienza e Cittadini" e "Servizi Educativi", Sara Calcagnini. Amodio ha parlato in particolare delle origini della Città della Scienza, dal recupero dell'area industriale di Bagnoli allo sviluppo di progetti a carattere europeo, evidenziando la capacità di questo centro di creare nuove imprese. Sara Calcagnini ha soffermato l'attenzione soprattutto sulla Chimica nel Museo della Scienza di Milano, descrivendo efficacemente gli step che hanno portato alla nascita della nuova sezione dedicata all'Industria Chimica di Base. Questa sezione, aperta nel 2011 in occasione con l'anno internazionale della Chimica, è uno dei pochi esempi di spazio interattivo dedicato all'Industria Chimica e, come raccontato dalla Calcagnini, la sua realizzazione ha visto una importante partecipazione e coinvolgimento di molte Industrie della Chimica.

Un altro esempio di attività interattive è stato illustrato da Susanne Rehn, curatrice della parte dedicata alla Chimica del Museo della Scienza di Monaco. Questi esempi dimostrano che parlare di Chimica, anche di Chimica di Base, è possibile, anche nel contesto museale. Attraverso esposizioni interattive, i visitatori, compresi i più piccoli, possono "giocare" con le molecole e imparare concetti fondamentali della reattività chimica, grazie ad esempi tratti dalla vita di ogni giorno, come i particolari tessuti degli abiti sportivi e le plastiche.

Accanto a questi giganti, Paola Rodari, project manager di molti Science Center in Italia e all'estero nonché Docente di museologia scientifica alla SISSA di Trieste, ha raccontato come sono nati alcuni musei interattivi più piccoli e meno noti, come il Museo del Bali di Saltara. Queste piccole realtà hanno un forte connotato territoriale, perché collocati in un contesto storico e sociale ben preciso, ma sono anche frutto di una concezione intelligente dello sviluppo tecnico-scientifico ed hanno un grande valore per contenuto di innovazione e input per le economie.

Questo aspetto è stato ripreso proprio in chiusura della giornata dal Sindaco Alessandro Franchi, che ha sottolineato l'interesse dell'Amministrazione Comunale per i Musei, in particolare per un Museo della Chimica, visto il forte legame tra il Territorio di Rosignano e l'Industria Chimica.

Il regolamento europeo che regola la produzione delle sostanze chimiche, conosciuto con l'acronimo di REACH, è un'opportunità o un onere per le imprese chimiche in Italia? Per tentare di rispondere a questa domanda, Federchimica ha

## Musei della Chimica e Chimica nei Musei di Scienze

organizzato un seminario a Bruxelles rivolto agli eurodeputati italiani, al Rappresentante del Governo e alle altre parti interessate. Sul REACH (registrazione, valutazione e autorizzazione delle sostanze chimiche), che prevede la registrazione di circa 30.000 sostanze entro il 2018, la Commissione europea pubblicherà a breve una valutazione dell'impatto sulla competitività delle imprese chimiche europee. Durante il seminario, ospitato il 6 novembre presso il Parlamento europeo dalla Presidente della Commissione Industria, Ricerca e Energia, Amalia Sartori, ha preso la parola Fulvia Raffaelli (unità politiche strategiche della Commissione Europea) la quale ha sostenuto che "gli effetti positivi del REACH sulle imprese si manifesteranno solo nel medio-lungo periodo e per il momento non è ancora possibile trarre delle considerazioni conclusive". In rappresentanza della Federchimica sono intervenuti il Vice-Presidente con delega per Sicurezza, Salute Ambiente e REACH, Paolo Lamberti, il Vice-presidente con delega per Europa e Analisi Economiche, Daniele Ferrari e il coordinatore del gruppo di lavoro su REACH e CLP, Maurizio Colombo. Paolo Lamberti, che ha richiamato l'attenzione sui rischi derivanti dalla sovrapposizione normativa ha affermato che "il REACH dovrebbe essere il punto di riferimento delle normative europee che impattano sull'industria chimica". Non ha quindi senso – ha proseguito Lamberti – che si creino ulteriori normative sulle nanotecnologie, sugli interferenti endocrini, sulle miscele chimiche". L'importanza di non introdurre modifiche sostanziali al REACH in corso d'opera è stata sostenuta da Daniele Ferrari, e per la quale "le imprese hanno bisogno di certezze giuridiche e, per questo motivo, il REACH, nei suoi aspetti normativi, non deve essere modificato". Il Vice Presidente con delega per Europa e Analisi Economiche ha espresso il suo auspicio affinché "le istituzioni europee si impegnino, in ogni sede e in ogni circostanza, a spingere le altre regioni del mondo a creare dei sistemi di registrazione, di valutazione e di autorizzazione dei prodotti chimici che siano simili al REACH. Una maggiore armonizzazione a livello internazionale è, infatti fondamentale per salvaguardare la competitività delle imprese italiane". I costi per le imprese italiane e, in particolare per le PMI sono estremamente alti e rischiano di aggravare una congiuntura economica già di per sé negativa. Gli eurodeputati e l'Ambasciatore italiano si sono mostrati particolarmente attenti al tema della competitività ed hanno garantito di prestare la massima attenzione alle fasi successive di implementazione del REACH.



*Scorcio della platea presso Villa Celestina di Castiglioncello.*

## Notizie FLASH

**Roma:** Sono 321.210 mila, a fronte degli 11.542 mila posti disponibili, i candidati al concorso cattedre. Chiusi i termini del bando e il ministero dell'Istruzione ha reso noti i dati relativi alle domande di partecipazione. La maggior parte delle domande arriva da donne (258.476) e i due terzi degli aspiranti non sono iscritti alle graduatorie ad esaurimento. E l'età media dei candidati è di 38,4 anni. La metà delle domande arriva dal Sud; in testa, spicca la Campania. Considerati gli ordini di scuola, le domande si distribuiscono in modo omogeneo. “i numeri che dimostrano – fa notare il ministero dell'Istruzione – considerata la quantità di candidature pervenute al Miur attraverso il sito “Istanze on line”, quanto sia sentita nel mondo della scuola e tra gli aspiranti docenti la necessità di avviare una procedura di reclutamento anche per via concorsuale, specialmente tra le donne, i giovani e gli aspiranti docenti non iscritti alle graduatorie ad esaurimento.

### Progetto MEMORIA/FUTURO

La scienza e le nuove tecnologie stanno trasformando il modo di conoscere, conservare e valorizzare il patrimonio culturale. Per questo motivo la Fondazione Rosselli, sotto il coordinamento del dott. Carmine Marinucci (ENEA, MIUR), ha ideato un progetto informativo e ad alto contenuto tecnologico per indagare su una gestione intelligente, sostenibile e inclusiva per i beni culturali.

Il progetto è stato chiamato MEMORIA / FUTURO - Tecnologie per il patrimonio culturale, un viaggio nell'Italia della scienza, alla scoperta delle tecnologie, "esprimendo così in due parole come l'innovazione tecnologica offre alla memoria collettiva un futuro luminoso e duraturo". L'iniziativa è organizzata come un insieme di eventi e di mostre itineranti, con lo scopo di presentare l'impegno della comunità italiana nel campo della scienza e della tecnologia per la conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale.

### La legge europea che regola la produzione delle sostanze chimiche

Il regolamento europeo che regola la produzione delle sostanze chimiche, conosciuto con l'acronimo di REACH, è un'opportunità o un onere per le riprese chimiche in Italia? Per tentare di rispondere a questa domanda, Federchimica ha organizzato un seminario a Bruxelles rivolto agli eurodeputati italiani, al Rappresentante del Governo e alle altre parti interessate. Sul REACH (registrazione, valutazione e autorizzazione delle sostanze chimiche), che prevede la registrazione di circa 30.000 sostanze entro il 2018, la Commissione europea pubblicherà a breve una valutazione dell'impatto sulla competitività delle imprese chimiche europee. Durante il seminario, ospitato il 6 novembre presso il Parlamento europeo dalla Presidente della Commissione Industria, Ricerca e Energia, Amalia Sartori, ha preso la parola Fulvia Raffaelli (unità politiche strategiche della Commissione Europea) la quale ha sostenuto che “gli effetti positivi del REACH sulle imprese si manifesteranno solo nel medio-lungo periodo e per il momento non è ancora possibile trarre delle considerazioni conclusive”. In rappresentanza della Federchimica sono intervenuti il Vice-Presidente con delega per Sicurezza, Salute Ambiente e REACH, Paolo Lamberti, il Vice-presidente con delega per Europa e Analisi Economiche, Daniele Ferrari e il coordinatore del gruppo di lavoro su REACH e CLP, Maurizio Colombo. Paolo Lamberti, che ha richiamato l'attenzione sui rischi derivanti dalla sovrapposizione normativa ha affermato che “il REACH dovrebbe essere il punto di riferimento delle normative europee che impattano sull'industria chimica”. Non ha quindi senso – ha proseguito Lamberti – che si creino ulteriori normative sulle nanotecnologie, sugli interferenti endocrini, sulle miscele chimiche”. L'importanza di non introdurre modifiche sostanziali al REACH in corso d'opera è stata sostenuta da Daniele Ferrari, e per la quale “le imprese hanno bisogno di certezze giuridiche e, per questo motivo, il REACH, nei suoi aspetti normativi, non deve essere modificato”. Il Vice Presidente con delega per Europa e Analisi Economiche ha espresso il suo auspicio affinché “le istituzioni europee si impegnino, in ogni sede e in ogni circostanza, a spingere le altre regioni del mondo a creare dei sistemi di registrazione, di valutazione e di autorizzazione dei prodotti chimici che siano simili al REACH. Una maggiore armonizzazione a livello internazionale è, infatti fondamentale per salvaguardare la competitività delle imprese italiane”. I costi per le imprese italiane e, in particolare per le PMI sono estremamente alti e rischiano di aggravare una congiuntura economica già di per sé negativa. Gli eurodeputati e l'Ambasciatore italiano si sono mostrati particolarmente attenti al tema della competitività ed hanno garantito di prestare la massima attenzione alle fasi successive di implementazione del REACH.

**Luigi Campanella**

## **Creatività motore dell'economia**

Anche se sei rimasto privo di tutto puoi sempre contare sulla tua creatività: nessuno te la può portare via. Così non può stupire che la creatività sia al cuore di una nuova popolare teoria secondo la quale la forza della creatività possa essere usata per contrastare la crisi economica. La speranza è che un bel gruppo di nuove idee possa aiutare l'economia a riprendersi. La creatività è la moneta corrente del progresso sociale e la base del successo nelle organizzazioni. "Per innovare, adattare, eccellere e sopravvivere le imprese dipendono dalla creatività dei propri dipendenti" sostiene Adam Grant dell'Università della Pennsylvania.

Se si analizza con attenzione quali siano i bisogni della gente nella nostra società ci si accorge che quelli individuali ma più connessi al tessuto sociale sono anche i più creativi. Questo perché nuove idee possono generalmente essere stimolate più da impulsi esterni che interni. Più persone si riconoscono più impulsi si ricercano.

Il Sorriso della Classe Creativa è il titolo di uno studio pubblicato dall'economista americano Richard Florida nel 2002 che sottolinea come la creatività sia divenuta una forza motrice dell'economia. La sua principale tesi è che una classe creativa della società sia una forza chiave per dirigere innovazioni e crescita economica di un Paese. Secondo lui questa classe ha sempre promosso l'innovazione. Uno degli esempi più antichi è rappresentato dall'invenzione dell'aratro che ha rivoluzionato l'agricoltura medioevale. Uno dei posti più creativi sulla terra è di certo Silicon Valley che deve il suo successo a varie crisi, la più importante delle quali è forse quella personale di William B. Shockley, un professore che aiutò ad inventare il transistor, il mattone importante dell'era dell'informazione e della comunicazione e che vinse più tardi anche il premio Nobel per la Fisica. Per fare esperimenti sul silicio fondò una compagnia diventata più tardi famosa come Silicon Valley. La creatività è la forza che riesce a cambiare il mondo. Dalla pubblicità al turismo, dallo sviluppo di programmi informatici al design, dall'architettura al divertimento, la creatività influenza il nostro pensiero, la nostra azione, i nostri prodotti. L'esperienza insegna anche che i tipi creativi tendono ad essere manager modesti. Uno studio recente dell'Università di Pennsylvania ha trovato che le persone creative spesso non sono ottimi manager. Un esempio per tutti è Steve Job, un gran creativo, ricco di fascino, crea – a detta dei suoi stessi sostenitori – un disastro sul piano manageriale. In sostanza secondo Adam Grant e l'imprenditore greco Eeomudes soltanto la creatività può condurre alla crescita. Si tratta di una risorsa che non costa ed è accessibile a tutti. Questo concetto si applica non soltanto alle compagnie industriali, ma anche a Paesi e Regioni.

**Luigi Campanella**

## INFORMAZIONI



**Società Chimica Italiana**

**CnS-La Chimica nella Scuola**

**ISSN 0392-8942**

**Anno XXXIV n. 5  
Novembre - Dicembre 2012**

**Direttore responsabile**

**Luigi Campanella**

Dipartimento di Chimica  
Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 ROMA  
e-mail: luigi.campanella@uniroma1.it

**Redattore**

**Pasquale Fetto**

Via Carlo Iussu, 9  
40068 San Lazzaro di Savena (BO)  
Tel. 051463312 cell. 3280221434  
e-mail: pasquale.fetto@didichim.org

**Editore**

SCI - Viale Liegi 48/c - 00198 Roma

**Comitato di redazione**

Aldo Borsese, Luigi Campanella, Liberato Cardellini, Marco Ciardi, Valentina Domenici, Pasquale Fetto, Silvano Fuso, Fabio Olmi, Pierluigi Riani, Silvia Ripoli, Gianmarco Ieluzzi, Giovanni Villani.

**Comitato Scientifico**

Aldo Borsese, Luigi Campanella, Luigi Cerruti, Rinaldo Cervellati, Michele Antonio Floriano (*Presidente della Divisione di Didattica*), Ezio Roletto, Richard Zare.

**Periodicità:** bimestrale (5 fascicoli all'anno)

**Ufficio Abbonamenti**

**Manuela Mostacci**

SCI, Viale Liegi, 48/c - 00198 - Roma  
Tel. 068549691 fax 068548734  
e-mail: manuela.mostacci@soc.chim.it

**Abbonamenti annuali**

**Soci SCI** € 40,00

Fascicoli separati Italia € 12,00

Fascicoli separati Paesi extracomunitari € 15,00

**Non Soci SCI** Italia € 48,00 - Paesi comunitari € 58,00

**Modalità di pagamento:**

**1- Assegno bancario** intestato a "Società Chimica Italiana"

**2- bonifico bancario** intestato a Società Chimica Italiana

IBAN IT29 C031 0403 2030 0000 0171 154,  
swift (bic): DEUTITM1584

**Cusale:** Abbonamento alla rivista CnS – La Chimica nella Scuola

Gli importi includono l'IVA e, per l'estero, le spese di spedizione via aerea.

Spedizione in abbonamento postale Art.2 comma 20/C Legge 662/96 Filiale di Roma

**Copyright** 1995 Società Chimica Italiana

**Pubblicazione** iscritta al n. 219 del registro di Cancelleria del Tribunale di Roma in data 03.05.1996

La riproduzione totale o parziale degli articoli e delle illustrazioni pubblicate in questa rivista è permessa solo se autorizzata della Direzione

La Direzione non assume responsabilità per le opinioni espresse dagli autori degli articoli, dei testi redazionali e pubblicitari

**Editing**

**Pasquale Fetto**

pasquale.fetto@didichim.org

**Stampa**

DE VITTORIA s.r.l.

Via Degli Aurunci, 19 – 00185 ROMA