

Giornale di Didattica della Società Chimica Italiana

# Cns

LA CHIMICA NELLA SCUOLA



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

**GIOCHI DELLA CHIMICA  
2002  
IL CALENDARIO**

**ESPERIENZE  
DI  
PEER EDUCATION**

**LA REATTIVITÀ**

**XII CONGRESSO  
RESOCONTO**



Anno XXIII  
Novembre - Dicembre 2001

**Direttore responsabile**

Paolo Mirone  
Dipartimento di Chimica  
Via Campi, 183 - 41100 Modena  
E-Mail: mirone@unimo.it

**Redattore**

Pasquale Fetto  
Dipartimento di Chimica "G.Ciamician"  
Via Selmi, 2 - 40126 Bologna  
Tel. 0512099521 - fax 0512099456  
E-Mail: fpens@ciam.unibo.it

**Comitato di redazione**

Loris Borghi, Liberato Cardellini, Pasquale Fetto, Ermanno Niccoli, Raffaele Pentimalli, Pierluigi Riani, Paolo Edgardo Todesco

**Comitato Scientifico**

Alberto Bargellini, Luca Benedetti, Aldo Borsese, Carlo Busetto, Rinaldo Cervellati, Giacomo Costa (*Presidente della Divisione di Didattica*), Franco Frabboni, Manlio Guardo, Gianni Michelon, Ezio Roletto, Eugenio Torracca

**Editing**

Documentazione Scientifica Editrice  
Via Imerio, 18 - 40126 Bologna  
Tel. 051245290 - fax 051249749

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

**Abbonamenti annuali**

Italia • 47 - Estero • 57  
Fascicoli separati Italia • 12  
Fascicoli separati Estero • 15

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 Bologna

**Ufficio Abbonamenti**

Manuela Mustacci  
SCI, Viale Liegi, 48/c - 00198 - Roma  
Tel. 068549691 fax 068548734  
E-mail: soc.chim.it@agora.stm.it

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 previa autorizzazione della Direzione

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

**Editore**

SCI - Viale Liegi 48/c - 00198 Roma

**Stampa**

LE GRAFICHE RECORD srl  
S. Giorgio di P. (BO) - Tel. 0516650024

## SOMMARIO

### EDITORIALE

CnS in cifre **145**  
di *Paolo Mirone*

### PAROLE CHIAVE

Trasformazione della materia secondo la chimica:  
la reattività **147**  
di *Giovanni Villani*

### ESPERIENZE E RICERCHE

Apprendimento significativo della termodinamica.  
Un tentativo di valutazione **153**  
di *Paolo Mirone, Luca Benedetti*

Esperienze di Peer Education per orientare al piacere  
della Chimica? **157**  
di *Daniela Lanfranco, Tiziano Pera,*  
*Giovanna Manassero, Rosarina Carpignano*

### COMUNICAZIONI BREVI

San Giuseppe Moscati,  
Professore di chimica fisiologica **163**  
di *Sandro Doldi*

### HIGHLIGHTS

Intervista a Dorothy L. Gabel **165**  
di *Liberato Cardellini*

### LABORATORIO E DINTORNI

Esperimenti sulla radioattività ed introduzione  
alla legge esponenziale del decadimento radioattivo **169**  
di *Roberto Soldà, Livia Mercato, Bartolomeo Di Lorenzo*

### RUBRICHE

UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA **174**  
E ora faccio la Cassandra!

DALLA DIVISIONE **175**

DAL DIRETTIVO **178**

CONVEGNI (RESOCONTO) **176**

CHIMICA E POESIE **173**

RECENSIONI **164**

NOTIZIE **162**

Errata Corrige **179**



In copertina disegno di **Cristiano Licchi** III Asp  
Liceo Artistico P.L. Nervi - Ravenna

Sito Internet S.C.I. <http://www.sci.uniba.it>

Sito Internet della Divisione <http://www.ciam.unibo.it/didichim>

## CnS in cifre

Uno dei più abusati luoghi comuni del giornalismo è quello dell'”arido linguaggio delle cifre”. In realtà, a saperlo interpretare il linguaggio delle cifre (sarebbe più appropriato parlare di numeri) si rivela spesso tutt'altro che arido. E' questo il caso dei numeri ricavabili dall'indice annuale di CnS, nato nel 1995 per iniziativa di Pasquale Fetto che da allora lo allestisce ogni anno con impeccabile puntualità (al presente fascicolo di CnS è allegato l'indice dell'annata 2001).

Già nel 1997 avevo svolto alcune considerazioni sulle prime due annate dell'indice (cfr. l'editoriale del N. 3). Ora presento una tabella che raccoglie i principali dati numerici relativi alle sei annate dal 1995 al 2000 (al momento in cui scrivo l'indice del 2001 è ancora in gestazione).

Laboratorio), Parole Chiave della Chimica, Università (o Scuola) - Dibattito, numero che si mantiene intorno ai 25 per anno. Nella prima metà del periodo considerato il raggiungimento di questo numero ha richiesto un certo sforzo ai membri del comitato di redazione, che in più occasioni hanno dovuto stimolare amichevolmente qualche collega a preparare un articolo (magari incautamente promesso da tempo). Negli ultimi anni invece il flusso dei manoscritti che arrivano in redazione ha raggiunto un livello soddisfacente, che ci permette di guardare al futuro con una certa tranquillità.

Un altro dato che presenta un alto grado di stabilità è il numero di autori, cioè di coloro che, in maniera regolare o occasionale, collaborano con i loro scritti alla rivista: non solo quindi gli autori degli articoli

ANNO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	TOTALE
Pagine	160	167	160	170	183	180	1020
Articoli	25	26	29	24	24	21	149
di cui:							
Divulg. aggior.	6	6	11	10	12	9	54
Esp. ricerche	13	7	5	5	7	7	44
Lab. Dintorni	3	4	9	4	4	4	28
Parole chiave		5	3	4	1	1	14
Altri*	3	4	1	1			19
Autori**	40	42	34	41	48	40	

\* Università-dibattito, Scuola-dibattito

\*\* Compresi gli autori di editoriali, comunicazioni brevi, rubriche varie; esclusi gli articoli riprodotti o tradotti da altri periodici

La prima impressione che si ricava dall'esame della tabella è quella di un notevole grado di stabilità nel tempo. Questo vale in particolare per il numero complessivo di articoli pubblicati nelle cinque sezioni intitolate Divulgazione e Aggiornamento, Esperienze e Ricerche, Laboratorio e Dintorni (fino al 1996 In Novembre - Dicembre 2001

pubblicati nelle cinque sezioni viste sopra, ma anche gli autori degli editoriali, delle comunicazioni brevi e delle varie rubriche. Questo numero, che per ovvie ragioni non comprende gli autori dei rari articoli riprodotti o tradotti da altri giornali, si è mantenuto sempre molto vicino a quaranta. Devo am-

mettere che il pensiero di poter contare ogni anno su una cerchia di quaranta persone che, sia pure in diversa misura, contribuiscono alla rivista, ha un effetto rassicurante sul morale del direttore della medesima.

Un aspetto sul quale mi ero soffermato già nell'editoriale del 1997, ma che non emerge dalla tabella, è quello di un equilibrato rapporto numerico fra i contributi di insegnanti secondari e di universitari alle tre sezioni che consideravo come le più caratterizzanti il profilo della rivista, cioè Esperienze e Ricerche, In Laboratorio e Parole Chiave. In realtà quest'ultima sezione, come forse si poteva prevedere, è stata quasi monopolizzata da autori universitari o appartenenti a enti di ricerca: sui 14 articoli pubblicati solo 3 sono di insegnanti. Quindi limiterò il confronto alle due sezioni, "Esperienze e Ricerche" e "Laboratorio e Dintorni", dalle quali ci si deve attendere il maggior contributo di spunti innovativi per l'insegnamento/apprendimento della chimica. Su 66 articoli (non ho tenuto conto di un articolo tradotto da una rivista straniera e di cinque note sulla sicurezza in laboratorio) 28 sono di insegnanti, 24 di universitari o ricercatori e 14 sono il frutto di collaborazioni fra insegnanti e universitari.

Questi numeri mostrano che CnS è riuscita a realizzare l'obiettivo che il suo fondatore Gianfranco Fabbrì le aveva posto nell'editoriale del primo numero, cioè di "essere uno strumento con il quale realizzare un avvicinamento fra università e scuola". In particolare, essa ha certamente contribuito a preparare il terreno alle Scuole di Specializzazione all'Insegnamento Secondario. Non intendo sopravvalutare tale contributo, ma non posso fare a meno di notare che esso acquista risalto in un quadro dove la maggioranza degli accademici ha accolto passivamente e senza mostrare serio interesse una innovazione che avrebbe la potenzialità di migliorare in modo sostanziale la qualità dell'insegnamento nelle nostre scuole secondarie.

CnS si è già occupata delle Scuole di Specializzazione: prima con due editoriali (N. 4/1999 e N.3/2000), poi con l'articolo di Olmi e Gavazzi apparso nel numero precedente a questo. Nel prossimo numero pubblicheremo un articolo in cui uno "specializzato" presenta le sue esperienze di specializzando. Mi auguro che a questi primi contributi ne seguano numerosi altri, provenienti sia da docenti che da allievi delle Scuole di Specializzazione.

---

## **Giochi della Chimica 2002 il calendario**

<b>Finali Regionali</b>	<b>4 Maggio 2002</b>	
	<b>ore 10.00 (Tutte le sedi)</b>	
<b>Finali Nazionali</b>	<b>24 Maggio 2002</b>	<b>(Frascati)</b>
<b>Prove di selezione per le IChO</b>	<b>25 Maggio 2002</b>	<b>(Frascati)</b>
<b>Allenamento della squadra italiana</b>	<b>26 Giugno - 1 Luglio</b>	<b>(Pavia)</b>

**146 XXXIV IChO 5 - 14 Luglio 2002 (Groningen - OLANDA)**

## Trasformazione della materia secondo la chimica: *la reattività*

### 1. Introduzione

Da quando l'uomo si è posto problemi filosofici, i concetti di ente e di trasformazione sono il binomio con cui ha spiegato la persistenza e la variabilità di tutto il mondo che ci circonda, da quello inanimato a quello animato, all'uomo ed ai suoi prodotti. Nel contesto chimico, gli enti in gioco sono le sostanze pure (elementi e composti), a livello macroscopico, e gli atomi e le molecole, a livello microscopico e le trasformazioni sono le reazioni chimiche. Qui, del binomio ente-trasformazione intendiamo trattare solo il secondo termine: la trasformazione di una sostanza pura (o di un atomo o molecola), che in chimica si chiama reattività, avendo già trattato su questa rivista, e nella stessa rubrica, gli enti (molecole e sostanze pure) [1].

Iniziamo col considerare un punto molto generale e filosofico. Quando si dice che un ente si è modificato o trasformato chi è il soggetto dell'enunciato, l'ente iniziale o quello finale? Un individuo – uomo, animale, oggetto, persino concetto – si modifica nel tempo. Anche ammettendo che esso sia stato perfettamente identificato ad un dato istante, e non mi addentro in questo problema tutt'altro che banale, come facciamo a dire, in un istante successivo, che si tratta dello stesso individuo? Questo problema viene chiamato della *genidentità* [2], ed è in gran parte metafisico, ma non può essere del tutto eluso neppure in ambito scientifico.

Io credo che una visione statica degli enti sia scientificamente sbagliata ed epistemologicamente insostenibile. Precisiamo meglio perché. Da un pun-

---

GIOVANNI VILLANI<sup>(\*)</sup>

---

to di vista scientifico, tutti gli enti, e le proprietà che li caratterizzano, sono per loro natura dinamici. La scienza ha dimostrato, con i modi che le sono propri, che non esiste un ente assoluto, al di fuori del tempo e della mutabilità. D'altronde, se un tale ente esistesse, esso non potrebbe rientrare nell'ambito delle discipline scientifiche che, per loro natura, studiano enti definiti, anche temporalmente. Certo esistono particelle che non si decompongono o delle quali non conosciamo un definito tempo di vita. Questo non implica, tuttavia, che queste particelle siano eterne e fuori dal tempo. In ambito scientifico, in più occasioni, si è tentato di elaborare dei concetti "assoluti". Due buoni esempi sono lo spazio newtoniano o il concetto di sostanza [3], ma tali enti, ammesso che esistano come "reali" e non siano astrazioni, sono stati eliminati dalla scienza odierna. Per tornare agli enti, intesi come oggetti materiali, in scienza e poi in epistemologia si è anzi sviluppata l'idea estrema opposta. Nell'ambito della meccanica quantistica, con D. Bohm, l'assertore delle 'variabili nascoste', troviamo l'idea che "there is no things, only processes" [4] e in epistemologia con K. Popper "The universe now appears to be not a collection of things, but an interacting set of events or processes" [5]. Questo punto di vista era già stato portato alle estreme conseguenze dalla filosofia di Eraclito [~ 544-483 a.C.]. Questo filosofo credeva che il fuoco fosse l'elemento primigenio dal quale era nato tutto il resto. Il mondo era un fuoco semprevivo, e quindi, era un incessante processo di flusso (*panta rei*). Per Eraclito tutto era in questo flusso e quindi né il mondo

né gli dei potevano evitare la distruzione finale. Per la dottrina dell'eterno fluire famosi sono i detti: "È impossibile entrare due volte nello stesso fiume perché acque sempre nuove scorrono su di noi" e "Il sole è nuovo ogni giorno".

Un insieme di proprietà che si presenta come statico ai nostri sensi ed ai nostri strumenti definisce un ente; in realtà queste proprietà, e quindi tutto l'ente, si stanno trasformando, lentamente per lo "strumento di misura" con cui le osserviamo. Come abbiamo già detto, di realmente statico nell'universo non esiste nulla e questo rende di fatto impossibile definire un tempo che non sia una convenzione. Tuttavia non tutto si trasforma alla stessa velocità. È proprio la diversa velocità dei differenti processi che ci permette di parlare di "enti", come oggetti statici ed indipendenti dal tempo. Le differenti velocità di trasformazione determinano la scala dei tempi che, con quella della dimensione e delle energia, ci consente di separare il "complesso" che evolve in un "semplice", fatto di una parte statica, che definisce un ente, ed una dinamica in trasformazione. È infatti questa scala dei tempi che ci permette di differenziare concettualmente i vari processi in gioco, annullando i processi che operano lentamente, nell'intervallo dei tempi in esame, ed ottenendo proprietà, e quindi enti, statiche rispetto ai processi che coinvolgono proprietà, e quindi enti, che in quell'intervallo di tempi sono in reale trasformazione. Questo è vero per gli essere viventi come per la materia inanimata e persino per i concetti. Se tutti i tempi in gioco fossero dello stesso ordine di grandezza, non sarebbe possibile astrarre la maggior parte dei processi e considerare in dettaglio solo uno o pochi le cui modifiche si vogliono studiare. Se tutti i tempi fossero dello stesso ordine di

(\*) Istituto di Chimica Quantistica ed Energetica Molecolare del CNR - Area della Ricerca di Pisa - San Cataldo  
Via G. Moruzzi, 1 56124 Pisa - Italia  
e-mail: villani@icqem.pi.cnr.it

grandezza sarebbe vera la visione di Eraclito di un eterno fluire e la stessa comprensione della realtà non potrebbe essere quella di cui noi oggi abbiamo esperienza e nella quale gli enti statici, accanto alle trasformazioni, svolgono un ruolo fondamentale. Per esempio, anche se tutte le cose sono in eterno fluire, i significati delle parole debbono restare fissi, almeno per un certo tempo, altrimenti non sarebbe possibile nessuna asserzione perché mentre la si pronuncerebbe sarebbero già cambiati gli oggetti di cui ci parla. Qualcosa deve essere più o meno costante, se parlare e conoscere devono essere possibili. In pratica occorre che i cambiamenti nel significato dei concetti, che pure sono possibili, procedano più lentamente dei cambiamenti nelle cose che con tali concetti si vogliono analizzare.

Ritornando alla chimica e al suo concetto di trasformazione degli enti (la reattività), va sottolineato che affinché un ente si trasformi realmente occorrono che siano verificate due condizioni: quella termodinamica e quella cinetica. Da un punto di vista energetico occorre che il sistema prodotto sia più stabile di quello di partenza (condizione termodinamica). In realtà, come è ben noto, un puro discorso energetico non è sufficiente in quanto bisogna aggiungere ad esso le considerazioni entropiche, altrimenti, per esempio, non si spiegherebbe l'esistenza di reazioni endotermiche. A tal fine è stata coniata una funzione, che si definisce ancora "energia", che tiene insieme questi due aspetti: l'energia libera. Da un punto di vista cinetico, anche se una reazione è energeticamente possibile non è detto che essa avvenga realmente e sostanzialmente. Questo perché tale reazione potrebbe avvenire in tempi lunghissimi e, quindi, con una velocità praticamente nulla. Sono numerosissimi i sistemi che, da un punto di vista termodinamico, non dovrebbero esistere e che invece persistono per tempi lunghi. Si pensi, a puro titolo di esempio, ad una miscela di idrogeno ed ossigeno che a temperatura ambiente si mantiene tale senza dare l'acqua o ai reperti in legno che l'ossidazione dovrebbe distruggere e che invece da millenni ci parlano di civiltà scomparse.

La reattività introduce a livello microscopico una visione dinamica della struttura molecolare e porta al definitivo ingresso in questa disciplina del

tempo. Due sono i modi in cui il tempo si manifesta nel mondo microscopico della chimica: uno periodico e l'altro irreversibile, ambedue importanti nel mondo molecolare [6]. Il tempo molecolare periodico è legato alla flessibilità della struttura, per esempio all'oscillare simultaneo degli atomi intorno alla loro posizione di equilibrio (modi normali di vibrazione). Tali processi portano ad una modifica periodica della struttura, con una struttura media, dal punto di vista spaziale costituita dall'insieme delle posizioni di equilibrio di tutti gli atomi, e coincidente spazialmente con la struttura molecolare nella sua visione statica, e delle strutture limiti, legate all'energia presente. A tale tempo reversibile sono correlate una serie di proprietà macroscopiche evidenziabili con apposite interazioni tra la molecola e diversi tipi di radiazione (spettroscopie). L'altro tempo presente nel mondo molecolare è quello di "nascita-morte" delle molecole, cioè il tempo legato alla reattività molecolare, ed è irreversibile nel senso che distrugge una struttura per formarne un'altra. In questo caso si dice che è avvenuta una reazione chimica e dall'originale molecola (reagente) si è formata una nuova molecola (prodotto), con una diversa struttura molecolare. Il risultato di questa trasformazione di struttura ha creato un nuovo ente: una molecola differente per proprietà da quella originaria, con un suo nome e, quindi, con una sua concreta individualità. L'esistenza poi di reazioni chimiche di equilibrio, in cui si va contemporaneamente dai reagenti ai prodotti e viceversa, fino a che non avviene una compensazione perfetta dei due processi, e quindi un'apparente non reattività, non modifica l'irreversibilità del singolo atto reattivo molecolare.

Il concetto di tempo è stato introdotto in chimica, attraverso la cinetica chimica, molto tardi. Questo non deve meravigliare. Nel mondo microscopico l'aspetto dinamico delle reazioni chimiche può essere studiato in dettaglio solo dopo aver stabilito la struttura molecolare dei reagenti e aver chiarito, almeno nelle linee generali, i meccanismi delle trasformazioni. Nel mondo macroscopico delle sostanze chimiche l'introduzione del concetto di tempo è stata avversata dall'istantaneità, rispetto ai nostri tempi abituali, di molte reazioni. Va invece notato che in ambito alchemico il tempo

era considerato un fattore importante e gli alchimisti si prefiggevano lo scopo di accelerare i processi di perfezionamento, presenti in natura, di mutare i tempi naturali dei processi. Non mancano, comunque, autori che avevano già evidenziato l'importanza del tempo in chimica. Già nell'opera *Pirotechnia* di V. Biringuccio del 1540 il ruolo del tempo nelle trasformazioni chimiche era accennato. Successivamente W. Homberg nel 1700, W. Lewis nel 1759 e C.F. Wenzel nel 1777, si rivolsero nuovamente a questa questione. Particolarmente interessante fu il lavoro del chimico tedesco Wenzel che espresse un principio simile all'azione di massa, sviluppata un secolo dopo. Tuttavia gli argomenti di Wenzel, solo debolmente sostenuti dai risultati delle sue ricerche sperimentali, per altro a noi non pervenute, non esercitarono alcuna influenza sullo sviluppo della chimica.

## 2. Reazioni catalitiche: primi esempi di reattività [7]

Prima di venire alle teorie cinetiche che, come detto, costituiscono il reale ingresso in chimica del concetto tempo, nel XIX secolo ci sono delle premesse che vanno evidenziate. Nei lavori di A. Laurent, A.F. Kekulé e A.M. Butlerov si indicava la necessità dell'intervento di prodotti intermedi o di aggregati molecolari (formati dai reagenti) dalla trasformazione dei quali si originavano i prodotti finali. Questa rappresentazione del meccanismo di reazione, che aveva trovato conferme sperimentali in molti casi, implicava la necessità di introdurre esplicitamente il tempo nella caratterizzazione di una reazione chimica. La seconda circostanza che militava in favore dell'introduzione esplicita del tempo nelle reazioni chimiche era la variabilità della velocità di reazione con il mutare delle condizioni. Inoltre, una parte decisiva nella creazione della cinetica chimica ebbe lo sviluppo dello studio degli equilibri chimici (seconda metà del XIX secolo). È in quell'epoca che si affermò la concezione dell'equilibrio chimico come uno stato caratterizzato dall'uguaglianza delle velocità di due opposte reazioni.

Lo studio dei fenomeni catalitici, noti da tempo, fu il punto di partenza dell'abbordaggio del problema delle reazioni chimiche. Nei lavori di G.S. Kirshhoff, L.J. Thenard, H. Davy e J.W. Döbereiner, pubblicati tra il 1812

e il 1825, erano descritte numerose reazioni catalitiche. La maggior parte delle prime ipotesi sulla catalisi considerava l'azione catalitica come un'influenza puramente fisica sull'andamento della reazione. Queste ipotesi sottolineavano che nelle reazioni catalizzate erano seguite le normali leggi stechiometriche. Un modo alquanto diverso di considerare il meccanismo della catalisi fu proposto da Berzelius nel 1835. Secondo Berzelius la "capacità catalitica" (attività catalitica) di molte sostanze semplici o composte, sia allo stato solido che in soluzione, rappresentava una delle manifestazioni elettrochimiche della materia. Egli chiamò forza catalitica la "causa dell'azione chimica" e richiamò l'attenzione sul fatto che "migliaia di reazioni catalitiche si svolgono negli organismi". Le idee di Berzelius sulla natura catalitica dei processi chimici negli organismi viventi trovarono alla fine del XIX secolo sviluppo nei lavori di Ostwald, il quali riteneva che questi processi biologici avessero carattere autocatalitico, e cioè che sul loro andamento e sulla loro velocità esercitasse una grande influenza le prime quantità dei prodotti di reazione.

La prima interpretazione della catalisi, da un punto di vista unitario, fu data nel 1839 da J. Liebig, il quale riteneva che i fenomeni catalitici fossero provocati dalla rottura dell'equilibrio nell'attrazione di un radicale verso l'elemento o l'altro radicale al quale era legato, in conseguenza del crescere della differenza chimica degli elementi che lo componevano. Questa rottura era provocata:

- 1) da un cambiamento nello stato di aggregazione che due o più elementi subivano sotto l'azione del calore;
- 2) dal contatto con un terzo corpo, che tuttavia non entrava in combinazione;
- 3) dall'aggiunta degli elementi dell'acqua;
- 4) dalla contemporanea azione di alcune di queste cause.

In tal modo Liebig collegava le deviazioni dalla stechiometria alla continuità dell'azione chimica, ritenendo che il catalizzatore rimanesse chimicamente inalterato (punto 2). La teoria di Liebig rappresentò una generalizzazione delle concezioni fisiche (azione del catalizzatore che rimane inalterato) e chimiche (stechiometriche) del meccanismo delle trasformazioni catalitiche ed il concetto introdotto

da Liebig della continuità del modificarsi dell'attrazione tra le parti componenti la molecola è abbastanza vicino all'attuale interpretazione chimica dei catalizzatori. Va comunque notato che lo sviluppo delle idee di Liebig nel XIX secolo fu più un perfezionamento speculativo dei suoi postulati che uno strumento di lavoro per lo studio reale dei fenomeni catalitici.

Concezioni interessanti sulla catalisi furono sviluppate da J.L. Meyer attraverso il concetto di "scarica". Il concetto di scarica (assimilabile un poco all'attuale teoria delle catastrofi) sviluppa l'idea che esistono situazioni in cui cause che sembrano insignificanti portano grossi cambiamenti nelle conseguenze. L'esempio è quello del "grilletto": l'energia meccanica per premere il grilletto di una pistola è incommensurabilmente più piccola di quella "dormiente" che viene attivata. Rey considerava la catalisi come un caso particolare di scarica e ne diede la definizione quale "liberazione di quantità relativamente grandi di energia disponibile, per mezzo di piccole quantità di energia".

Una nuova tappa nello sviluppo della teoria della catalisi si ebbe dopo la creazione della cinetica chimica, quando l'impostazione del problema venne condotta su "rotaie dinamiche". Come rilevò Ostwald nel 1909, prima della creazione della teoria della velocità di reazione non era possibile ricavare conclusioni utili sulla catalisi, dato che questa consiste nel cambiamento della velocità delle reazioni chimiche a seguito della presenza di sostanze che non figurano tra i prodotti finali delle reazioni stesse.

Concludendo questa parte, nel XIX secolo si possono distinguere quattro concezioni diverse sulla funzione della catalisi nelle trasformazioni chimiche:

- 1) il catalizzatore è la causa di una reazione chimica e la sua presenza è indispensabile perché essa si svolga (Berzelius);
- 2) la catalisi provoca una rottura dell'equilibrio dell'attrazione di un radicale verso altri elementi o radicali ai quali è legato. Tale effetto provoca una modificazione continua nella molecola che reagisce (Liebig);
- 3) il catalizzatore ha la funzione di un "grilletto" premendo il quale la reazione si scatena (Mayer);
- 4) il catalizzatore accelera una reazione chimica che avverrebbe già da sé,

cioè il catalizzatore modifica ma non provoca la reazione (Ostwald).

### 3. Cinetica chimica

La legge della velocità di reazione, cioè il postulato fondamentale della cinetica chimica, venne formulata da L.F. Wilhelmy [1812-1864] nel 1850, in occasione delle sue ricerche sull'inversione dello zucchero di canna catalizzata dagli acidi inorganici. La formula data da Wilhelmy era:

$$- dZ/dt = MZS$$

con  $dZ/dt$  la variazione della concentrazione del saccarosio nell'unità di tempo, M la quantità di saccarosio che aveva subito reazione nel tempo unitario in presenza di un'unità di concentrazione di saccarosio e di acido catalizzante (attualmente chiamata costante di velocità della reazione) e Z e S le concentrazioni di zucchero e di acido catalizzante. In pratica la velocità di reazione era proporzionale alla quantità di saccarosio che reagiva e al catalizzatore. A conclusione del lavoro, Wilhelmy diceva che lui lasciava ai suoi colleghi chimici, se essi dedicheranno al suo lavoro qualche attenzione, la risposta alla domanda se e in quali limiti le formule trovate potranno essere applicate ad altri processi chimici: in ogni caso a lui sembra che siano applicabili a tutti i processi il cui svolgimento viene attribuito all'azione di una forza catalitica. Il lavoro di Wilhelmy passò inosservato ai suoi contemporanei e fu portato alla luce soltanto quando la cinetica chimica era ormai stata sviluppata.

Una parte notevole nella trattazione delle reazioni chimiche ebbe invece il ciclo di lavori di M. Berthelot e L. Péan de Saint-Gilles [1832-1863] nel 1862-63, dedicato allo studio particolareggiato della reazione organica reversibile più nota a quel tempo: l'esterificazione e saponificazione. In questo studio gli autori esaminavano l'influenza della natura e quantità di reagenti e delle condizioni di reazione (ambiente, temperatura, pressione, natura delle pareti del recipiente, ecc.) sulla velocità e sui limiti di questa reazione. Il lavoro di Berthelot e Péan de Saint-Gilles fu essenziale per lo sviluppo della teoria dei processi chimici; questi autori per primi diedero una formulazione alle leggi di azione di massa separando dalla costante di velocità di reazione fattori che riflet-

tevano l'influenza della natura dei prodotti e della temperatura.

L'espressione più completa della "legge delle masse attive" fu data dagli svedesi C. Guldberg [1836-1902] e P. Waage [1833-1900] in una serie di lavori comparsi tra il 1862 e il 1867. Questi autori, appoggiandosi all'interpretazione meccanicistica delle forze naturali di affinità, largamente accettata dai chimici negli anni Sessanta del XIX secolo, concepirono l'equilibrio delle reazioni reversibili come l'uguaglianza delle due forze di "affinità" agenti nelle due opposte reazioni. Una più precisa definizione di queste forze gli autori poterono darla solo nel 1879 quando dedussero la legge dell'azione di massa, partendo dalle concezioni dell'equilibrio mobile e dalla teoria cinetico-molecolare:

$$v = k p^{\alpha} q^{\beta} r$$

per le reazioni del tipo  $\alpha A + \beta B + \gamma C \dots$  in cui  $v$  era la velocità di reazione,  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  i coefficienti stechiometrici della medesima,  $k$  il "coefficiente di velocità" della reazione e  $p^{\alpha}$ ,  $q^{\beta}$ , e  $r^{\gamma}$  le "masse attive" delle sostanze che prendono parte alla reazione.

L'affermarsi della cinetica chimica venne consacrata dal lavoro classico di J.H. van't Hoff [1852-1911], *Études de dynamique chimique* del 1884. Da quel momento la cinetica si trasformò da metodo di ricerca in un'importante branca della chimica fisica. All'affermarsi della cinetica era legata la nuova impostazione data allo studio dei problemi della catalisi e il suo inserimento nei nuovi indirizzi della scienza chimica. Le leggi fondamentali della cinetica chimica furono formulate da van't Hoff nel 1884. Esaminando criticamente il precedente materiale dedicato allo studio della statica e cinetica, il chimico fisico olandese assunse come fondamento teorico per la classificazione delle reazioni il principio che *l'andamento di una trasformazione chimica è caratterizzato esclusivamente dal numero delle molecole per interazione delle quali ha luogo la trasformazione*. Basandosi sul numero di molecole che partecipavano alla trasformazione, van't Hoff istituì una "classificazione naturale delle reazioni" distinguendole in mono-, bi- e polimolecolari. Studiando la stechiometria delle reazioni tri- e tetramolecolari, egli dimostrò che in realtà esse si svolgevano attraverso stadi mono- e bimo-

lecolari. Van't Hoff considerava come le principali cause perturbatrici delle reazioni gli effetti termici, le condizioni di non omogeneità delle sostanze reagenti e il verificarsi di reazioni secondarie. Tra le azioni perturbatrici meno evidenti, ma altrettanto importanti, van't Hoff inserì l'influenza del mezzo in cui la reazione veniva condotta.

L'apporto decisivo della monografia di van't Hoff al progresso della cinetica chimica è costituito dalla classificazione cinetica delle reazioni, dall'applicazione delle costanti di velocità di reazione per il confronto delle proprietà chimiche delle sostanze con le formule di struttura, dallo studio dell'influenza delle "azioni perturbatrici" (cioè delle condizioni effettive in cui avviene la trasformazione) sulla velocità di reazione ed, infine, dall'aver stabilito quantitativamente la dipendenza dalla temperatura delle costanti di velocità di reazione.

Dopo i successi di van't Hoff si iniziarono a studiare copiosamente due gruppi di reazioni: le cosiddette "reazioni complesse", cioè quelle reazioni che presentavano un'accelerazione iniziale per cui la loro velocità di reazione non era esprimibile con l'equazione della legge delle masse attive e le reazioni autocatalitiche con Ostwald. Al primo gruppo appartenevano, per esempio, le reazioni coniugate di ossidazione, sul meccanismo delle quali già negli anni Sessanta del XIX secolo furono formulate le prime interpretazioni. La teoria di van't Hoff, come le precedenti, considerava che in questo processo intervenissero due forme di ossigeno di polarità opposta, con la conseguente formazione di perossido d'idrogeno. Un'altra ipotesi, più realistica, era quella di F. Haber [1868-1934] che considerava la formazione del perossido dovuta alla rottura di uno solo dei due legami presenti nella molecola di ossigeno. Tuttavia apparve presto chiaro ai chimico-fisici dell'inizio del XX secolo che, prima di affrontare queste reazioni complesse, bisognava studiare le semplici reazioni in fase gassosa. In tal modo, nello sviluppo delle ricerche cinetiche tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX, si ebbe un brusco cambiamento nell'oggetto delle indagini: in luogo delle reazioni organiche in fase liquida degli anni Cinquanta-Novanta subentrarono le trasformazioni delle molecole gassose.

Nel 1889 apparve il lavoro di S. Arrhenius [1859-1927] in cui veniva chiaramente rilevato il significato fisico del variare delle costanti di velocità con la temperatura. Per spiegare l'aumento con la temperatura della velocità di inversione del saccarosio Arrhenius ammise che alla reazione partecipassero sole le molecole "attive", il cui numero cresceva assai rapidamente con l'aumento della temperatura. Le molecole attive presentavano un eccesso di energia in confronto alle rimanenti particelle della sostanza posta in reazione ed esisteva un equilibrio tra queste due molecole della stessa sostanza. Basandosi su considerazioni simili a quelle di Maxwell-Boltzmann, Arrhenius trovò la dipendenza dalla temperatura della velocità di reazione:

$$K = A \text{Exp}(-E/RT)$$

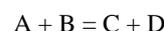
dove  $A$  è il fattore di frequenza degli urti ed  $E$  l'energia di attivazione (eccesso di energia).

#### 4. Attuali teorie sulla reattività [8]

Fra il 1920 ed il 1940 furono oggetto di un'intensa rielaborazione due gruppi di problemi: il meccanismo delle reazioni (identificazione di tutte le tappe dello svolgersi di una reazione chimica) e la natura dell'atto elementare della reazione (chiarimento del significato fisico del fattore  $A$  di frequenza degli urti e dell'energia di attivazione che figurano nell'equazione della velocità di reazione).

Nella chimica teorica attuale vi sono due approcci diversi allo studio delle reazioni chimiche, ambedue con radici che risalgono all'inizio del Novecento: la teoria cinetica delle collisioni per le reazioni in fase gassosa e la teoria statistica delle reazioni chimiche.

La teoria cinetica delle collisioni partì dalla teoria di Arrhenius e fu sviluppata da Lewis, London, Herzfeld, Polanyi e altri secondo due direzioni: determinazione dell'*efficacia* delle collisioni (energia di attivazione) e determinazione della *frequenza* di collisione (fattore  $A$ ). Per una semplice reazione bimolecolare del tipo:



questa teoria ammetteva un procedere della reazione se l'energia cinetica relativa delle molecole (o atomi) collidenti,  $A$  e  $B$ , fosse stata maggio-

re di un valore critico  $E_a$ , chiamato "energia di attivazione". Assumendo poi una distribuzione statistica delle velocità molecolari, si ricava l'espressione della velocità di reazione  $v$ :

$$v = z_0 \text{Exp}(-E_a/kT) \quad (1)$$

dove  $z_0$  era il numero di collisioni per unità di tempo e di volume,  $k$  la costante di Boltzmann e  $T$  la temperatura assoluta.

Le velocità sperimentali di circa la metà delle reazioni in fase gassosa studiate si accordano bene con quelle calcolate secondo la teoria delle collisioni; per le reazioni bimolecolari in soluzione l'accordo è meno buono. Christiansen introdusse un fattore  $P$ , che formalmente esprimeva la misura della deviazione del sistema dal comportamento ideale. Melvin classificò le reazioni bimolecolari in soluzione in funzione di tale fattore:

- 1) reazioni istantanee tra ioni di segno opposto,  $P > 1$ ;
- 2) reazioni con velocità normali, principalmente reazioni tra molecole organiche neutre e ioni,  $P \cong 1$ ;
- 3) reazioni lente tra composti organici neutri ( $P = 10^{-1} \div 10^{-8}$ ).

La teoria statistica delle reazioni chimiche parte con i lavori di Marcelin, March, Tolman, Rodebush e altri. È poi sviluppata da Wigner, Eyring e Polanyi come teoria del "complesso attivato" o dello "stato di transizione". L'idea di base di questa teoria è che durante la reazione il sistema deve superare una regione critica (stato di transizione) nello spazio delle configurazioni per passare dallo stato iniziale (regione dei reagenti) allo stato finale (regione dei prodotti). Assumendo un equilibrio termico nello stato iniziale e nello stato di transizione, Marcelin derivò, sulla base della meccanica statistica, la formula per la velocità di reazione in funzione delle probabilità di trovare il sistema nello stato iniziale e nello stato finale, della velocità media con la quale il sistema passa nella stretta regione intermedia dello spazio delle configurazioni e della probabilità che il sistema, passato lo stato di transizione, raggiunga lo stato finale dei prodotti (coefficiente di trasmissione). In seguito Pelzer e Wigner introdussero l'uso della superficie di energia potenziale in questa trattazione statistica delle reazioni chimiche, identificando lo stato di transizione con il punto di sella (minimo di energia in tutte le

coordinate meno una nella quale abbiamo un massimo di energia) di questa superficie. In questo modo è possibile definire un "cammino di reazione" come la linea di minima energia potenziale che congiunge i due pozzi di energia potenziale dei reagenti e dei prodotti passando per la sella dello stato di transizione. Il coefficiente di trasmissione restava tuttavia indeterminato in questo approccio statistico. Wigner, in seguito, sostituì le probabilità con le corrispondenti funzioni di partizione quantistiche. Infine Eyring sviluppò la teoria nella forma del "complesso attivato", dove lo stato di transizione, detto complesso attivato, si considerava relativamente stabile da essere in equilibrio termico con i reagenti in tutti i gradi di libertà, eccetto che per il movimento lungo la coordinata di reazione. Hirshfelder e Wigner per primi discussero la validità della teoria del complesso attivato dal punto di vista della meccanica quantistica. Essi mostrarono che la nozione di complesso attivato era compatibile con il principio di indeterminazione di Heisenberg solo quando il potenziale  $V$  lungo il cammino di reazione nella regione di sella era sufficientemente piatto che valeva la condizione:

$$h \nu^\ddagger \ll kT \quad (2)$$

dove  $\nu^\ddagger$  era la frequenza di vibrazione del complesso attivato al punto di sella. Questa condizione era necessaria sia per la definizione di complesso attivato sia per il movimento di traslazione lungo la coordinata di reazione. Infatti se questa condizione non fosse stata soddisfatta bisogna tenere in conto la penetrazione quantomeccanica della barriera, dovuta all'effetto tunnel. Se invece la condizione (2) fosse stata rispettata il movimento lungo la coordinata di reazione poteva essere descritto dalla meccanica classica. Tuttavia la condizione (2) non era sufficiente da sola per la definizione del complesso attivato come una configurazione stabile per il quale aveva senso parlare di vibrazioni e rotazioni. Era necessario, infatti, assumere che il tempo di vita del complesso attivato fosse sufficientemente lungo che, mentre il sistema passava nella regione intermedia dello spazio delle configurazioni, fossero avvenute molte vibrazioni e rotazioni. In pratica, la teoria del complesso attivato era giustificata in pre-

senza di un movimento lungo la coordinata di reazione così lento da far variare in maniera adiabatica (con continuità) le vibrazioni e le rotazioni e, quindi, conservare lo stato quantomeccanico del sistema. Ciò assicurava sia la possibilità di trattare in maniera quantomeccanica le vibrazioni e le rotazioni che l'equilibrio termico nello stato di transizione.

Un altro punto critico della teoria del complesso attivato era l'assunzione che tale complesso fosse in equilibrio con i reagenti. Di recente sono state proposte differenti approcci per superare l'assunzione di equilibrio. Qui esplicheremo solo i problemi generali che li hanno generati. Ci sono molte ragioni per introdurre teorie di non equilibrio. In primo luogo, la validità dell'assunzione dell'equilibrio termico tra lo stato iniziale e lo stato di transizione può essere messa in dubbio ed è desiderabile avere una formulazione alternativa. Inoltre ci sono situazioni in cui si vuole conoscere in dettaglio la dinamica molecolare di un processo chimico e quindi serve una trattazione del processo più dettagliata di una trattazione statistica. Resta aperto un problema generale ed epistemologico e, in questo contesto, questo è l'aspetto più importante: da un punto di vista concettuale non sono stati completamente chiariti i problemi connessi all'introduzione in una trattazione dettagliata di un sistema molecolare, piano microscopico, di un processo di media statistica, legata ad un insieme di molecole, e quindi la presenza di grandezze, come la temperatura, nate in ambiente macroscopico. Queste teorie di non equilibrio sono necessariamente più complicate dell'originale teoria di equilibrio ed è difficile ottenere con esse valori numerici da comparare ai risultati sperimentali.

Analizziamo adesso i concetti fondamentali su cui si basano le due teorie odierne sulla reattività esposte. Nella teoria cinetica delle collisioni si suppone che le molecole siano non interagenti tranne in un infinitamente breve lasso di tempo in cui si urtano. Sono questi urti che permettono l'equilibrio termico delle velocità molecolari e, quando casualmente superano, come energia scambiata, una soglia prefissata, innescano la reazione. Dietro questa teoria c'è una visione meccanicistica, da meccanica classica, delle molecole. Esse sono dei gruppi di palline che urtandosi si sfa-

sciano. Il problema è che questa visione semplicistica può andare bene solo per pochissimi tipi di reazione, ed in particolare per le reazioni unimolecolari. Sono infatti queste le reazioni in cui due molecole della stessa specie, ma con energia diversa perché con differenti velocità, si urtano e una delle due acquista un'energia che la porta a dividersi in frammenti. In generale una reazione chimica porta ad una globale ristrutturazione delle molecole in gioco nell'urto, così globale da dare vita ad altre molecole. Una teoria delle reazioni deve quindi spiegare i complessi meccanismi che permettono di sostituire atomi e formare selettivi legami, oltre che spiegare la rottura di alcuni legami. È per così dire la parte di ricreazione delle molecole più che la parte di rottura a mancare nella teoria delle collisioni.

A mio avviso, tale teoria è ancora legata sostanzialmente al concetto di molecola come "sfera rigida", cioè sistema senza struttura. Lo sforzo di introdurre un fattore sterico, cioè di tenere conto che esiste una struttura nelle singole molecole, è sicuramente nella giusta direzione, ma appare contraddittorio in questa teoria. Inoltre la teoria delle collisioni cerca di interpretare tutti i fenomeni sotto un aspetto puramente meccanicistico e non considera le specifiche interazioni chimiche.

Più complessa è la visione dell'altra teoria, chiamata talvolta "statistica", in altri casi teoria del "complesso attivato" o dello "stato di transizione". A me sembra che questi due ultimi nomi siano più appropriati essendo lo stato attivato il punto focale della teoria. In questa teoria, a guardare bene, sparisce il concetto di molecola, almeno nel senso usuale che si usa in chimica, cioè di una struttura

spazialmente ben definita, a meno di piccole oscillazioni intorno alle posizioni di equilibrio. Infatti, la superficie di energia potenziale di un sistema, ed in generale si deve parlare di sistema e non di molecola, è ottenuta calcolando l'energia per tutte le possibili posizioni spaziali degli atomi, anche per quelle che, da un punto di vista chimico, molto difficilmente potrebbero dare vita ad una molecola. In questo sistema spariscono i legami chimici, cioè delle interazioni direzionali e privilegiate, e la struttura molecolare è recuperata solo a posteriori ponendo gli atomi nei pozzi di energia potenziale per minimizzare le energie. Tuttavia, per molecole grosse, all'aumentare dell'energia, su questa superficie di energia potenziale sono possibili infiniti sistemi attivati, cioè infiniti sistemi con disposizioni spaziali degli atomi, anche molto diverse da quelle della molecola originale. Tale sistema attivato evolve poi lungo la direttrice che porta alla minimizzazione dell'energia. È questa curva che ci dà il cammino di reazione.

### 5. Conclusione

Le trasformazioni chimiche sono una parte fondamentale dell'approccio chimico allo studio del mondo materiale. Per questa scienza infatti i milioni di enti che la caratterizzano, le molecole e le sostanze chimiche, sono il plurale qualitativo del mondo, ma sono anche la base con cui spiegare la sua trasformazione. La capacità di tenere insieme tanto gli aspetti statici, proprietà degli enti, quanto quelli dinamici è il risultato storico di una scienza che ha sempre dato molta importanza all'aspetto di varietà e trasformabilità della materia. Una tale scienza rappresenta quindi una ricchezza concettuale e di esemplifica-

zione sia per l'epistemologia che per le altre scienze, soprattutto, ma non solo, quelle umane e sociologiche, che necessitano della copresenza tanto dei soggetti delle azioni quanto della loro trasformabilità. Da un punto di vista filosofico, anche se storicamente non è del tutto vero, la chimica discende da Aristotele e dall'accento che questo autore ha sempre posto per gli aspetti qualitativi del mondo. Anche il modo in cui Aristotele considerava l'evoluzione della materia ha stretti collegamenti con la chimica [6, 9].

### Bibliografia

- [1] G. Villani, Due concetti paralleli: molecola e sostanza chimica, *La Chimica nella Scuola*, **XVIII**, 1 (1996) 19.
- [2] G. Toraldo di Francia, *Tempo Cambiamento Invarianza*, Einaudi, Torino 1994, pp. 33-40.
- [3] G. Villani, *La chiave del mondo. Dalla filosofia alla scienza: l'onnipotenza delle molecole*, CUEN, Napoli 2001, Capp. 1 e 2.
- [4] D. Bohm, in A.L. Mackay's, *A dictionary of Scientific Quotations*, Adam Hilger, Bristol 1991.
- [5] K.R. Popper e J.C. Eccles, *The self and its brain*, Springer International, Berlin 1978, pp. 7-100.
- [6] A. Di Meo, *Circulus Aeterni Motus*, Einaudi, Torino 1996.
- [7] G. Villani, *La chiave del mondo. Dalla filosofia alla scienza: l'onnipotenza delle molecole*, CUEN, Napoli 2001, in stampa, Capp. 8 e 9.
- [8] G. Villani, *Sostanze e reazioni chimiche: concetti di chimica teorica di interesse generale*, *Epistemologia*, **XVI** (1993) 191.
- [9] G. Villani, *Dal concetto di atomo alla struttura molecolare*, in *Molecole. La chimica oggi: filosofia, storia e ricerca avanzata*, a cura di Giovanni Villani, CUEN, Napoli, 2001.

# APPRENDIMENTO SIGNIFICATIVO DELLA TERMODINAMICA

## Un tentativo di valutazione

### Riassunto

L'articolo presenta un tentativo di verificare in che misura può considerarsi significativo l'apprendimento di alcuni concetti fondamentali della termodinamica (conservazione, irreversibilità, equilibrio) da parte di studenti che avevano seguito un corso di Chimica Fisica dedicato principalmente a questa disciplina. Come criterio operativo è stata assunta la capacità degli studenti di applicare quanto avevano appreso a situazioni nuove, cioè alquanto diverse da quelle incontrate durante il corso. I risultati mostrano che il livello significativo dell'apprendimento è stato raggiunto da una discreta maggioranza di studenti per quanto riguarda i concetti di conservazione e di equilibrio, mentre il concetto di irreversibilità risulta essere padroneggiato solo da una piccola minoranza. Questo risultato suggerisce l'opportunità di adottare nell'insegnamento del secondo principio un approccio meno formale e più aderente all'esperienza quotidiana.

### Abstract

#### Meaningful learning of thermodynamics: an attempt at its assessment

The paper presents an attempt at assessing the attainment by students of the meaningful-learning level on some basic concepts of thermodynamics (conservation, irreversibility, equilibrium). The criterium adopted was the students' ability to apply their knowledge in situations somewhat different from those they had encountered in an undergraduate course of Physical Chemistry mainly devoted to thermodynamics. The results show that the meaningful-learning level has been attained by a moderate majority of students for

PAOLO MIRONE<sup>(\*)</sup>  
LUCA BENEDETTI<sup>(\*)</sup>

*the concepts of conservation and equilibrium, whereas the concept of irreversibility is mastered only by a small minority. This result suggests that in the teaching of the second law of thermodynamics a less formal, closer to everyday experience approach should be adopted.*

### Introduzione

Nella letteratura sulla didattica delle scienze si incontra di frequente il termine "apprendimento significativo" ("meaningful learning" nelle pubblicazioni in lingua inglese). Si tratta indubbiamente di un termine importante, in quanto designa lo scopo finale a cui dovrebbero tendere gli sforzi di ogni insegnante responsabile. Ma esso viene spesso usato come se il suo significato fosse ovvio, e quindi conviene innanzitutto riportarne una definizione autorevole. Secondo Ausubel l'apprendimento significativo consiste nella "incorporazione non arbitraria, effettiva, non puramente verbale, di nuova conoscenza nella struttura cognitiva" preesistente [1]. In termini più concreti, si può dire significativo quel tipo di apprendimento in cui "lo studente identifica i concetti chiave e li collega ai concetti già appresi" [2].

Queste definizioni (o forse meglio descrizioni) sono ineccepibili, ma non sono immediatamente traducibili in termini operativi. In pratica, nel campo delle scienze esatte è stato universalmente adottato, almeno fino a pochi anni fa, il criterio che considera la capacità di risolvere problemi numerici come un sicuro indizio di padronanza concettuale dell'argomento. Ma negli ultimi 15 anni numerose ricerche [3-8] hanno mostrato che

questo criterio è inaffidabile, in quanto gli stessi studenti che hanno risolto con successo un problema numerico di tipo tradizionale su un certo argomento si dimostrano spesso incapaci di rispondere correttamente a quesiti concettuali sul medesimo tema.

Noi riteniamo che, almeno nell'ambito delle scienze esatte, si possa considerare operativamente significativo l'apprendimento di quegli studenti che hanno raggiunto la capacità di applicare quanto hanno appreso a situazioni nuove, cioè differenti da quelle incontrate nell'insegnamento, oppure simili a quelle già incontrate ma considerate da un nuovo punto di vista. L'esperienza quotidiana offre molte situazioni che possono dare lo spunto per formulare quesiti atti a verificare se la comprensione di importanti leggi fisiche e chimiche ha raggiunto un livello significativo [9-11].

Nel presente articolo riportiamo i risultati forniti da un questionario che conteneva quattro quesiti diretti a valutare in quale misura gli studenti di chimica della nostra Università avevano raggiunto un apprendimento significativo, nel senso inteso sopra, di alcuni concetti fondamentali della termodinamica quali conservazione, irreversibilità, equilibrio. Il questionario, che doveva essere restituito anonimo, è stato sottoposto all'inizio dell'anno accademico agli studenti che nell'anno accademico precedente avevano seguito il corso di Chimica Fisica I, dedicato principalmente alla termodinamica. L'indagine è stata condotta per tre anni consecutivi (1995-1997) e ha interessato complessivamente 107 studenti.

### Risultati

Il quesito 1 consisteva di due parti, riguardanti due aspetti complementari della conservazione dell'energia. Per rispondere alla prima parte era suffi-

(\*) Dipartimento di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia  
e-mail: mirone@unimo.it

ciente ricordare la definizione di sistema isolato, e infatti hanno risposto correttamente 92 studenti (Tabella 1).

**Quesito 1. All'interno di un sistema isolato due corpi A e B (solidi), il primo a  $T_1$  e il secondo a  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ), vengono messi a contatto:**

a. Come varia l'energia interna del sistema?

b. In che cosa si trasforma il calore ceduto da A a B?

**Quesito 2. In un recipiente isolato, contenente un corpo solido e aria entrambi a temperatura ambiente, viene posto un contenitore aperto contenente acqua, ghiaccio e un termometro che indica  $0^\circ\text{C}$ . Dopo un certo tempo:**

a) il termometro segnala un aumento di T;  
b) il termometro non segnala alcuna variazione di T.

I due casi sono entrambi possibili? Fornire una spiegazione.

**Quesito 3. E' possibile riportare allo stato iniziale un sistema che ha subito una trasformazione irreversibile?**

In caso affermativo, a quali condizioni? Illustrare la risposta con un esempio.

**Quesito 4. Due becher A e B, contenenti soluzioni acquose di saccarosio rispettivamente di 5 g in 50 mL e di 5 g in 100 mL, vengono posti sotto una campana di vetro. Quali saranno i volumi delle due soluzioni quando si sarà raggiunto l'equilibrio?**

**Tab. 1.** Risultati del quesito 1 (N=107)

a) L'energia interna non varia	92
L'energia interna aumenta	2
L'energia interna varia	1
Nessuna risposta	12
b) In energia interna di B	44
In energia cinetica/potenziale/ di vibrazione/di rotazione/ di traslazione	15
in lavoro	8
in energia libera/entropia	2
Il calore ceduto porta il sistema all'equilibrio termico	21
Nessuna risposta	15

Ma soltanto 59 hanno saputo dare una risposta soddisfacente (o quasi) alla seconda parte del quesito: 44 hanno applicato la prima legge della termodinamica:

$$\Delta U = Q + W$$

riconoscendo che in questo caso (interazione fra due corpi solidi) il termine W è trascurabile e quindi il calore si è trasformato in energia interna; le risposte dei rimanenti 15 si sono invece basate sull'interpretazione microscopica dell'energia interna in termini di energia cinetica, potenziale, vibrazionale, rotazionale, traslazio-

nale delle particelle costituenti il corpo B. Sorvolando sul fatto che in un solido non sono possibili moti rotazionali e traslazionali liberi, questo tipo di risposta rivela la diffusa tendenza a mescolare e confondere i livelli macroscopico e microscopico di descrizione della materia [12], senza tener conto del fatto che in questo caso il quesito era formulato in termini esclusivamente macroscopici.

Fra le risposte errate va notata quella di 8 studenti secondo i quali il calore fornito a B si trasforma in lavoro, come se il corpo B fosse un gas perfetto che si espande isotermicamente anziché un solido. Infine 36 studenti hanno dato una risposta non pertinente (il calore ceduto da A a B porta al raggiungimento dell'equilibrio termico) oppure non hanno risposto affatto.

Il quesito 2 mirava ad accertare la capacità di distinguere concettualmente calore e temperatura e in particolare la consapevolezza che non sempre la cessione di calore a un corpo provoca un aumento della sua temperatura. La peculiarità del problema consisteva nel fatto che

**Tab. 2.** Risultati del quesito 2 (N=107)

Si (con spiegazione corretta)	32
Si (senza spiegazione)	3
Si (con spiegazione errata o confusa)	19
La temperatura può solo aumentare	38
La temperatura resta costante	3
Nessuna risposta	12

per rispondere correttamente si doveva tener conto di almeno tre variabili: la temperatura dell'ambiente, la capacità termica del corpo solido e la quantità di ghiaccio. Questa circostanza costituiva una difficoltà supplementare perché, come hanno mostrato Rozier e Viennot [13], è comune fra gli studenti la tendenza a ridurre la complessità di un problema a più variabili trattando una grandezza che dipende da diverse altre (nel nostro caso la temperatura finale) come se dipendesse da una sola.

32 studenti hanno risposto correttamente che sono possibili entrambi i casi (Tabella 2), accompagnando la risposta con una appropriata spiegazione in termini delle tre variabili citate sopra e in cinque casi anche del tempo trascorso. Altri 22 studenti hanno dato la risposta corretta senza fornire spiegazioni o, più spesso, dando spiegazioni errate o confuse che rivelano le loro difficoltà a identificare le variabili rilevanti. Ma la risposta

più comune (38 studenti) è stata che la temperatura può solo aumentare. Questo tipo di risposta dimostra la persistente diffusione della concezione difforme già rilevata da Bodner [1], secondo la quale la cessione di calore a un corpo provoca invariabilmente un aumento della sua temperatura. Il quesito 3 mirava a far emergere le idee degli studenti sul secondo principio della termodinamica, con particolare riguardo al concetto di irreversibilità. La risposta esatta avrebbe

**Tab. 3.** Risultati del quesito 3 (N=107)

Si con esempio	13
Si senza esempio o con esempio non pertinente	10
Si senza esempio né giustificazione	3
Si con giustificazione errata o insufficiente	34
No perché $\Delta S=0$ sarebbe violata	6
No con altre giustificazioni	5
No senza giustificazioni	19
Possibilità molto difficile	2
Nessuna risposta	15

dovuto essere: "Sì, eseguendo lavoro sul sistema e sottraendogli calore", accompagnata da un esempio. Tuttavia, poiché la seconda condizione (sottrazione di calore) è raramente menzionata nei testi di termodinamica (forse perché meno "costosa") e nessuna risposta ne ha fatto cenno, abbiamo considerato soddisfacenti le risposte che si limitavano a menzionare la necessità di eseguire lavoro, purché fossero accompagnate da un esempio pertinente. Le risposte di questo tipo (Tabella 3) sono state solamente 13, di cui 10 portavano come esempio l'espansione di un gas nel vuoto e 3 il passaggio di calore da un corpo più caldo a uno più freddo. 10 studenti hanno dato una risposta corretta ma priva di esempio o con un esempio non pertinente, e ben 37 hanno affermato la possibilità di riportare il sistema allo stato iniziale senza dare alcuna spiegazione o dando spiegazioni insoddisfacenti. Le condizioni suggerite da questi studenti erano insufficienti anche se corrette (*seguendo un diverso cammino*) o vaghe (*agendo dall'esterno*) oppure non necessarie (*attraverso una o più trasformazioni reversibili*). Infine 30 studenti hanno asserito che non è possibile riportare il sistema allo stato iniziale: a quanto pare, il termine *irreversibile* è per essi sinonimo di *irrevocabile* [14]. Fra questi studenti, sei hanno motivato l'impossibilità

affermando che altrimenti la condizione  $\Delta S \geq 0$  sarebbe violata, dimenticando che tale condizione vale solo per i sistemi isolati.

L'ultimo quesito riguardava un equilibrio tra soluzioni che, non avendo applicazioni di qualche interesse, di solito non viene trattato nei corsi di termodinamica, ma che è dello stesso tipo dell'equilibrio osmotico e dell'equilibrio che si stabilisce in una cella a concentrazione.

**Tab. 4.** Risultati del quesito 4 (N=76)

V(A) = V(B) = 75 mL	33
V(A) = V(B)	10
$\Delta V(A) < 0, \Delta V(B) < 0$	2
$\Delta V(A) > \Delta V(B)$	4
$\Delta V(A) = \Delta V(B) = 0$	4
Risposte stravaganti	2
Nessuna risposta	21

Infatti, mentre in questi due casi le soluzioni raggiungono l'equilibrio interagendo rispettivamente attraverso una membrana semipermeabile o un circuito elettrico, nel caso considerato nel quesito 4 esse lo raggiungono interagendo attraverso l'atmosfera della campana.

Il quesito è stato sottoposto agli studenti negli ultimi due anni dell'indagine in sostituzione di uno simile, proposto nel primo anno, che richiedeva un semplice calcolo in quanto le due soluzioni differivano per la quantità di soluto oltre che per quella di solvente. La sostituzione è stata suggerita dal fatto che la prima versione del quesito era stata risolta da due soli studenti, oltre che dall'opportunità di mantenere al questionario il suo carattere puramente concettuale con esclusione di qualsiasi aspetto algoritmico.

Gli studenti che hanno affrontato il quesito 4 sono stati quindi 76. Le risposte corrette (Tabella 4) sono state 43, in quanto abbiamo considerato soddisfacenti anche le 10 risposte che si limitavano ad affermare l'uguaglianza all'equilibrio dei volumi o delle concentrazioni delle due soluzioni (forse questi studenti hanno ritenuto di non poter considerare trascurabile la quantità di solvente che passa allo stato di vapore saturo, anche se il disegno che accompagnava il quesito non giustificava questo scrupolo; ma si sa che gli studenti non sono abituati a fare valutazioni di ordini di grandezza). Le risposte errate sono state relativamente poche e si possono ricondurre a due tipi: diminuzione del volume di entrambe le soluzioni (2 ri-

sposte), ma più accentuata per la soluzione B meno concentrata (4 risposte); nessuna variazione di volume (4 risposte). Questi studenti sembrano pensare che le due soluzioni non interagiscano affatto, e tutt'al più che ciascuna raggiunga l'equilibrio col proprio vapore, ignorando la circostanza che esse si trovano sotto la stessa campana e quindi i loro vapori si mescolano.

Il numero di coloro che non hanno dato nessuna risposta (21) è risultato invece il più alto in percentuale (28%), superando nettamente il corrispondente dato degli altri quesiti che negli stessi due anni variava fra l'11 e il 18%. Questo risultato sembra suggerire che agli studenti il presente quesito sia apparso il più strano e il più inatteso dei quattro, e dà la misura di come gli studenti si sentano smarriti e impotenti appena si trovano poco fuori dal terreno che gli è familiare.

### Discussione

Sulla base dei risultati riportati si può tentare di dare una risposta alla domanda su quanti siano stati gli studenti il cui apprendimento della termodinamica ha raggiunto il livello significativo. Escludendo il quesito 1a per la ragione già vista e il quesito 3 che richiede un discorso a parte, e limitandosi quindi ai quesiti 1b, 2 e 4 si trova che in media il loro numero è stato abbastanza vicino al 50%: infatti le risposte corrette sono state rispettivamente pari al 55, 30 e 57%. Il risultato meno buono del quesito 2 può essere attribuito alla sua maggiore complessità e all'incidenza di una concezione difforme assai comune. Se poi si tiene conto del fatto che il questionario è stato sottoposto anche a quella parte di studenti, valutabile intorno al 10%, che nell'anno precedente aveva frequentato il corso di Chimica Fisica I solo nominalmente rinviando lo studio e l'esame a tempi successivi, si può ritenere che il livello dell'apprendimento significativo sia stato raggiunto da una frazione sensibilmente superiore al 50% di quanti avevano effettivamente seguito il corso.

Diverso è il discorso da farsi sull'argomento a cui si riferisce il quesito 3, cioè il secondo principio. Qui le risposte giuste hanno raggiunto appena il 12%: risultato non del tutto sorprendente se si tiene presente che il secondo principio è considerato il capitolo più astratto e difficile della

termodinamica. A questo proposito è utile richiamare un precedente storico menzionato da Planck nella sua autobiografia scientifica [17]. Riferendosi alle polemiche scientifiche in cui egli era stato coinvolto nell'ultimo decennio del 19° secolo, cioè circa 40 anni dopo l'enunciazione del secondo principio da parte di Lord Kelvin e di Clausius, Planck scrive:

<<Un'altra controversia sorse in relazione al problema dell'analogia fra il passaggio di calore da una temperatura più alta a una più bassa e lo spostamento di un peso da una posizione più elevata a una inferiore. Io mettevo in rilievo la necessità di una distinzione netta fra questi due processi, che differivano tra loro sostanzialmente come il primo e il secondo principio della termodinamica. Tuttavia, questa mia teoria era contraria alle opinioni allora generalmente accettate, e non riuscii a far capire ai miei colleghi fisici il mio punto di vista. In realtà, molti fisici ritenevano i ragionamenti di Clausius inutilmente complicati e perfino confusi; essi rifiutavano in particolare di ammettere il concetto di irreversibilità, e quindi di attribuire al calore una posizione speciale tra le forme di energia.>>

Se gli scienziati contemporanei di Planck (o almeno molti di loro) ebbero tanta difficoltà a comprendere l'essenza del secondo principio, non ci si può meravigliare che cent'anni dopo le difficoltà persistano per gran parte degli studenti. Perciò l'insegnamento del secondo principio, in particolare per quanto riguarda la scelta dell'approccio più idoneo, fra i molti possibili, per presentarlo agli studenti, rappresenta una sfida per i docenti. Purtroppo abbiamo l'impressione che non tutti i docenti siano abbastanza consapevoli della serietà di questa sfida. A questo proposito ci sembra appropriata una osservazione critica di Cavallini [18]:

<<... il vizio principale dell'insegnamento in genere sembra essere l'eccesso di formalismo. E' generalizzata infatti la pratica di insegnare nozioni formali fin dall'inizio dello studio scientifico, o comunque troppo prematuramente rispetto ai modi di conoscere degli studenti. Questa scelta porta anche a trascurare, in qualsiasi fase dello studio e a qualsiasi livello scolastico, di servirsi delle loro esperienze e conoscenze informali per introdurre quelle formali e favorirne via via l'apprendimento.>>

Il secondo principio è sì difficile, ma presenta, forse come nessun altro argomento, il vantaggio di poter essere introdotto “[servendosi] delle... esperienze e conoscenze informali” degli studenti. Infatti l’esperienza quotidiana presenta numerosi e frequenti esempi di processi irreversibili: dissipazione di energia cinetica per attrito, passaggio di calore da corpi caldi a corpi freddi, espansione di gas sotto una differenza finita di pressione (per esempio lo sgonfiamento di un pneumatico), diffusione (per esempio nella formazione di una miscela omogenea), reazioni chimiche (per esempio le combustioni).

Per introdurre il secondo principio in modo che gli studenti non lo sentano come un argomento astruso conviene partire da una approfondita discussione dei processi irreversibili di più frequente osservazione, discussione in cui gli studenti dovrebbero essere attivamente coinvolti nel riconoscere le caratteristiche comuni a tali processi a livello macroscopico, come la necessità di spendere lavoro e sottrarre calore per ripristinare lo stato iniziale. Il passo successivo dovrebbe consistere nel considerare dei semplici sistemi modello che subiscono una trasformazione irreversibile (per esempio, diffusione allo stato solido [19]; trasferimento di energia fra due sottosistemi formati da oscillatori armonici identici, così che l’energia totale sia esprimibile come un multiplo intero dell’energia  $h\nu$  di un singolo quanto di energia vibrazionale) e nel calcolare il corrispondente aumento del numero di stati microscopici accessibili. Questo percorso conduce in modo naturale alla costruzione del concetto di entropia, alla sua interpretazione probabilistica e alle sue applicazioni.

Vale la pena di notare come il percorso che abbiamo sommariamente descritto presenta una stretta somiglianza con l’approccio didattico conosciuto come “*learning cycle*”. Secondo questo approccio, il percorso più efficace verso un apprendimento significativo consiste di tre fasi: la prima è la fase esplorativa (o di raccolta dei dati), la seconda è la fase dell’invenzione concettuale (o di introduzione dei termini) e la terza è la

fase di espansione, cioè di applicazione della nuova conoscenza. Sebbene il *learning cycle* sia stato concepito originariamente per i gradi inferiori dell’istruzione, esso è stato applicato con successo a livello secondario [20] e recentemente la sua utilità è stata sostenuta con valide ragioni anche per l’università [21].

### Conclusioni

Prescindendo dal quesito sull’irreversibilità, riteniamo che i risultati forniti dal nostro questionario non siano del tutto insoddisfacenti. Tuttavia siamo convinti che ci sia spazio per un miglioramento sostanziale del grado di comprensione concettuale della termodinamica da parte degli studenti, anche se la prospettiva che tutti possano (o vogliano) giungere a un apprendimento di livello significativo appartiene probabilmente al regno dell’utopia. Ma il miglioramento sarà possibile a condizione che gli studenti vengano abituati dai loro insegnanti ad affrontare problemi che li mettano di fronte a situazioni nuove o considerate da nuovi punti di vista, purché, ovviamente, affrontabili con le conoscenze che essi possiedono. Questo dovrebbe essere fatto in maniera sistematica anche se non esclusiva (i problemi numerici tradizionali hanno anch’essi una loro utilità). Come ha scritto Bodner [9], gli studenti dovrebbero essere attivamente incoraggiati a “estendere la loro conoscenza al di là dell’ambito in cui questa è stata costruita”.

### Bibliografia

- [1] J.D. Novak, Application of advances in learning theory and philosophy of science to the improvement of chemistry teaching. *J. Chem. Educ.*, **61** (1984), 607.
- [2] H. Beall e S. Prescott, Concepts and calculations in chemistry teaching and learning. *J. Chem. Educ.*, **71** (1994), 111.
- [3] S.C. Nurrenbern e M. Pickering, Concept learning versus problem solving. *J. Chem. Educ.*, **64** (1987), 508.
- [4] B.A. Sawrey, Concept learning versus problem solving: revisited. *J. Chem. Educ.*, **67** (1990), 253.
- [5] M. Pickering, Further studies on concept learning versus problem solving. *J. Chem. Educ.*, **64** (1990), 254.
- [6] M.B. Nakhleh, Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? *J. Chem. Educ.*, **70** (1993), 52.

- [7] M. Niaz, Progressive transitions from algorithmic to conceptual understanding in student ability to solve chemistry problems: a Lakatosian interpretation. *Sci. Educ.*, **79** (1995), 19.
- [8] D.S. Mason, D.F. Shell, F.E. Crawley, Difference in problem solving by non-science majors in introductory chemistry on paired algorithmic-conceptual problems. *J. Res. Sci. Teach.*, **34** (1997), 905.
- [9] G.M. Bodner, I have found you an argument. *J. Chem. Educ.*, **68** (1991), 385.
- [10] L. Benedetti e P. Mirone, Lacune concettuali negli studenti universitari di chimica. *CnS*, **17** (1995), 43.
- [11] P. Mirone, Per un più efficace insegnamento delle scienze. *Nuova Secondaria*, **1995**, N. 5, p. 21.
- [12] P. Mirone e E. Roletto, Sostanze, miscele, reazioni: un’indagine sulle concezioni delle matricole di chimica. *CnS*, **21**(1999), 116.
- [13] S. Rozier e L. Viennot, Students’ reasoning in thermodynamics. *Int. J. Sci. Educ.*, **13** (1991) 159.
- [14] Alcuni autori [15,16] hanno osservato che gli studenti universitari di chimica attribuiscono al termine *spontaneo* un significato molto vicino a quello del linguaggio quotidiano, che fa riferimento all’assenza di interferenze esterne piuttosto che a criteri termodinamici, e hanno criticato l’uso di questo termine nell’insegnamento della termodinamica in quanto fuorviante. Ma i nostri risultati suggeriscono che anche il termine *irreversibile* non è esente da ambiguità.
- [15] M.G.T.C. Ribeiro, D.J.V. Costa Pereira, R. Maskill, Reaction and spontaneity: the influence of meaning from everyday language on 4th year undergraduates’ interpretations of some simple chemical phenomena. *Int. J. Sci. Educ.*, **12** (1990), 391.
- [16] R.S. Ochs, Thermodynamics and spontaneity. *J. Chem. Educ.*, **73** (1996), 952.
- [17] M. Planck, *Autobiografia scientifica ed ultimi saggi*. Einaudi, Torino, 1956, pp. 19-20.
- [18] G. Cavallini, *La formazione dei concetti scientifici*. La Nuova Italia, Firenze, 1995, p. 173.
- [19] K. Denbigh, *I principi dell’equilibrio chimico*. Editrice Ambrosiana, Milano, 1971, pp. 50-54.
- [20] M.R. Abraham e J.W. Renner, The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. *J. Res. Sci. Teaching*, **23** (1986), 121.
- [21] J.N. Spencer, New directions in teaching chemistry: a philosophical and pedagogical basis. *J. Chem. Educ.*, **76** (1999), 566.

# ESPERIENZE DI PEER EDUCATION PER ORIENTARE AL PIACERE DELLA CHIMICA

## Riassunto

Per aiutare gli studenti ad “orientarsi”, cioè ad attuare scelte ponderate e consapevoli, riteniamo, che la scuola si debba svolgere una seria attività di orientamento nei confronti delle varie discipline e, soprattutto, nei confronti della chimica che, di solito, sembra “calata dall’alto” quando lo studente approda alle scuole superiori. Un avvicinamento graduale e guidato sin dai primi livelli di scolarità può orientare in modo gradevole e proficuo a questa disciplina che, troppo spesso, ispira diffidenza e timore.

Uno strumento didattico molto efficace, a nostro avviso, per perseguire tale obiettivo è quello della “peer education” attraverso il quale gli allievi che debbono orientarsi sono “accolti” e condotti per mano da studenti più grandi, i quali nella funzione di tutor trasmettono atteggiamenti, azioni, informazioni, nozioni e perfino concetti in modo orizzontale e, quindi, più facilmente accessibile.

Esperienze di questo tipo sono state realizzate presso l’ITI Cobianchi di Verbania con alunni di Scuola Media e presso l’ITCG Vittone di Chieri (To) con bambini della Scuola Elementare.

In entrambi i casi la “peer education” si è dimostrata di grande validità, tanto da portare gli studenti, sia nel ruolo di allievi che in quello di tutor, alla capacità di valutare il loro grado di adesione all’“ambiente disciplinare”.

Nel presente lavoro viene descritta un’esperienza svolta presso l’ITCG Vittone tra studenti del biennio geometri ed alunni della scuola elemen-

(\*) Gruppo di Didattica della Chimica, Università di Torino, Corso M. D’Azeglio 48, 10125 Torino

e-mail : [carpigna@ch.unito.it](mailto:carpigna@ch.unito.it)

Novembre - Dicembre 2001

DANIELA LANFRANCO<sup>(\*)</sup>  
TIZIANO PERA<sup>(\*)</sup>  
GIOVANNA MANASSERO<sup>(\*)</sup>  
ROSARINA CARPIGNANO<sup>(\*)</sup>

tare.

## Abstract

### PEER EDUCATION EXPERIMENTS TO TRAIN STUDENTS TO ENJOY CHEMISTRY

Peer education experiments involving high school students teaching Scuola Media or Scuola Elementare pupils in chemistry laboratory have been carried out.

A gradual and guided approach to chemistry since the early school years can orient students in an agreeable and profitable way towards the study of this discipline. Peer education shows to be a very effective tool to overcome the diffidence and the fear chemistry too often inspires.

An experiment of peer education in chemistry laboratory between students of the second class of a technical institute (ITCG Vittone, Chieri, Torino) and pupils of Scuola Elementare is described.

## INTRODUZIONE

Orientamento significa “ambientamento”: orientarsi significa essere in grado di produrre scelte autonome. Ciò dovrebbe bastare per chiarire quali debbano essere i ruoli e le funzioni della scuola e, sotto questo punto di vista, quali atteggiamenti debbano assumere le famiglie: è lo studente che deve sapersi orientare da sé e dunque scuola e famiglia hanno il compito di aiutare, sostenere, informare chi si sta orientando. L’unico compito che non debbono svolgere è quello di pretendere di “orientare” i giovani che

invece debbono essere i veri protagonisti delle proprie scelte. D’altro canto una società che si dice dell’“informazione globale” sembra produrre un elevato tasso di disorientamento nella sua popolazione giovanile che appare priva di criteri di scelta e di “filtri” adatti a selezionare l’enorme messe di informazioni in cui si trova immersa. L’orientamento è un processo che mette in relazione molti differenti fattori e che si deve sviluppare secondo molte sinergiche linee di azione. Certamente nella scuola una delle tante linee di azione, forse non la più consueta e nemmeno la più semplice da percorrere, afferisce alle discipline che possono o debbono essere considerate come “ambienti” di orientamento.

È allora particolarmente importante svolgere una seria attività di orientamento, soprattutto nei confronti di quelle discipline che, da sempre, “calano dall’alto” quando lo studente approda alle scuole superiori: è spesso questo il caso delle discipline considerate “dure” quali la Chimica e la Fisica.

Per ovviare alla diffidenza che spesso accompagna l’approccio a queste due discipline, sarebbe certamente utile una attenzione all’accoglienza da prestare ai neofiti, fatta di “avvicinamento” graduale e “accompagnamento” guidato sin dai primi livelli di scolarità.

Nella Scuola Media, non si parla, ovviamente, di Chimica e di Fisica come discipline epistemologicamente definite, ma di una attenta programmazione di semplici e gradualmente “esperienze” che possano costituire solidi punti di partenza per la costruzione di un vero e proprio processo di apprendimento: acquisizione di modalità per apprendere e di conoscenza relazionata entro reti concettuali coerenti. Nella Scuola Media, pur non entran-

do ancora nello specifico delle discipline, è possibile pervenire ad un maggior livello di organizzazione del sapere. Ostacolo a questo punto, vero o presunto, può essere la indisponibilità di attrezzature eventualmente necessarie a cui spesso si può porre rimedio ricorrendo a materiali cosiddetti “poveri” (attrezzature domestiche, dunque già disponibili nella esperienza quotidiana o di facile costruzione). In ogni caso può risultare utile programmare attività in collaborazione con una scuola di grado superiore, che metta a disposizione i suoi laboratori. Nel contempo, possono essere realizzate esperienze di “educazione tra pari” (peer education), affiancando, per esempio, alunni delle scuole elementari e medie con studenti di seconda o terza superiore che svolgano azione di tutor nei confronti dei compagni più giovani. Sinergie di questo tipo sono didatticamente molto valide e permettono di dare forma e sostanza a quell'accoglienza ed a quell'accompagnamento che dicevamo importanti per promuovere l'orientamento. Scoprendo il piacere e l'entusiasmo della ricerca di sé entro ambiti che si presentano ora non più “duri” e “grigi”, è più facile che i giovani si orientino correttamente alle discipline scientifiche superando i pregiudizi spesso radicati.

### CHE COS'È LA PEER EDUCATION (PE)?

La Peer Education è una tecnica organizzativa della comunicazione nata negli anni '70 e diffusasi prevalentemente in Nord America. Letteralmente significa “educazione tra pari”, intendendo per “pari” persone che hanno la stessa estrazione sociale o che appartengono ad uno stesso gruppo o che hanno la stessa età o che condividono altre caratteristiche. Vista in quest'ottica la PE ha trovato larga applicazione negli ambiti delle scienze umane e sociali tesi a prevenire o attenuare situazioni di disagio (disadattamento, emarginazione, frustrazione, ecc.). Il punto di forza della PE è la considerazione, condivisa da molti pedagogisti, che per un giovane o un bambino è più facile apprendere da un altro giovane che da un adulto. Un ristretto numero di ragazzi, ben accettati agli altri, capaci e responsabili vengono, quindi formati ed educati ed assumono il ruolo di esperti nei confronti dei loro coetanei.

### L.A.P.E. E LA DIDATTICA

Una didattica che promuova “orientamento” negli ambiti che abbiamo delineato fin qui deve necessariamente porsi il problema della “comunicazione efficace”. L'efficacia della comunicazione, e dunque la capacità di comunicare, è strettamente connessa con la capacità di mettersi in relazione (Winnicott parla di “relazione oggettuale”) che ha a che fare con la “maturazione” del soggetto in apprendimento. “Come sempre la maturazione richiede opportune facilitazioni ambientali e dipende dalla loro qualità” [1].

Un “ambiente favorevole” favorisce iniziale adattamento e successivo sviluppo critico, entrambi fattori indispensabili per promuovere la capacità di scelta.

Per costruire questo “ambiente favorevole” occorre allora che il contesto di accoglienza e accompagnamento sia quello di “prossimità” sia in termini di contesto che in termini di linguaggio; da qui la scelta in ambito didattico delle educazione tra pari ed il ricorso che a volte si fa alla relazionalità di gruppo che offre alla comunicazione tra pari il “valore aggiunto” della appartenenza [2].

Nelle dinamiche che si instaurano nel gruppo di pari esistono infatti ambiti di comunicazione non verbale affidati al comportamento che trasmette suggestioni e cognizioni utili allo sviluppo delle abilità intuitive e che alcuni autori riferiscono al cosiddetto “pensiero laterale”, complementare al “pensiero verticale” che rappresenterebbe la linearità propria della razionalità [3].

Tra “pari” anche perché la comunicazione in generale e quella scientifica in particolare viene meglio veicolata da un linguaggio che, se proprio non è comune, è almeno di prossimità. Ciò significa che i protagonisti della relazione comunicativa (per comodità indicati qui come allievo e tutor) non necessariamente devono avere la stessa età: anzi, è provato che la comunicazione è più efficace quando tra i due esista una differenza di età di almeno due o tre anni. D'altra parte è ben nota la dipendenza dello sviluppo del pensiero dal linguaggio [4,5] e dunque per orientare i giovani al pensiero scientifico proprio della Chimica e delle discipline affini è fondamentale ricorrere ad un linguaggio destrutturato, fatto di parole “chiave” non necessariamente disciplinari, ma evocative di

fatti e circostanze che con il contesto disciplinare hanno a che fare. Sotto questo profilo infatti la differenza d'età tra allievo e tutor consente a quest'ultimo di destrutturare il linguaggio a partire da una posizione di maggiore sicurezza e consapevolezza (il tutor è infatti conscio della propria esperienza pregressa che può proiettare costruttivamente sull'allievo nel quale si riconosce) così che il trasferimento possa essere più efficace.

Nel nostro caso poi, trattandosi di accogliere ed accompagnare il soggetto che apprende entro il contesto del proprio stesso processo “maturativo” a contatto con le esperienze proposte dalle discipline scientifiche, è necessario produrre situazione di “agio” anche in riferimento alle dinamiche di concettualizzazione. Si tratta infatti di facilitarne l'acquisizione anche nella scuola di base seppur in termini intuitivi, “semi-astratti e spesso addirittura sub-verbali” [6].

### LE TIPOLOGIE DELLE ESPERIENZE DI PE

Per la verità la educazione tra pari non prevede una distinzione rigida tra chi insegna e chi apprende, dunque non esiste un vero e proprio soggetto in apprendimento poiché entrambi i soggetti coinvolti, seppure in forma diversa ed in misura diversa sono “in apprendimento” se è vero che chi insegna apprende insegnando. D'altra parte, come accennato, non è detto che il processo sia ridotto ad una relazione tra due soggetti: può essere che vi sia una soggettività collettiva rappresentata dall'appartenenza ad un gruppo e, all'interno di questa, l'individualità di chi insegna e di chi apprende (sempre con le dovute reciproche contaminazioni).

Ne conseguono due tipologie di esperienza: una che tiene conto della relazione biunivoca tra le due individualità in relazione comunicativa, l'altra che colloca la relazione biunivoca entro il contesto del gruppo che può fare da “grembo materno” al processo di crescita dei protagonisti. Il gruppo può infatti agevolare la migliore gestione dei conflitti, facilitare la percezione dell'alterità costituita dai fenomeni che sono oggetto di studio e promuovere la differenza di funzioni e punti di vista in riferimento allo stesso “oggetto” posto sotto osservazione.

Il nostro gruppo ha sperimentato da tempo entrambe queste tipologie:

presso l'ITI Cobianchi di Verbania si sono attuate in area Chimica fasi di educazione tra pari ove il gruppo (allievi, tutor, responsabile della manualità, responsabile della sicurezza ed osservatore esterno) è il riferimento organizzativo prevalente [7]; presso l'ITG Vittone di Chieri si è preferita la relazione lineare tra due soggetti: l'allievo ed il tutor [8].

### L'ESPERIENZA PRESSO L'ITCG "VITTORE"

Nell'I.T.C.G. "B. Vittone" di Chieri (TO) esperienze di educazione tra pari si sono attuate a partire dall'anno scolastico 1998/99 e sono state proposte alle classi delle scuole elementari e medie del territorio.

Si realizzano semplici esperienze di Chimica e di Fisica alle quali partecipano, con funzione di tutor, gli studenti di alcune seconde e terze geometrie.

Le modalità di attuazione sono diverse a seconda che siano rivolte a classi della scuola elementare o della scuola media ed in questo lavoro si farà riferimento a quelle svolte con bambini della scuola elementare.

#### Gli obiettivi delle esperienze

Gli obiettivi che possono essere perseguiti con le esperienze di P.E. sono molteplici e variamente indirizzati. In primo luogo consentono di favorire la costruzione di "ambienti" di orientamento alle discipline scientifiche in modo piacevole sin dai primi livelli di scolarità. Inoltre costituiscono un'occasione di collaborazione tra insegnanti di livello diverso, contribuendo a realizzare quella continuità verticale di cui sempre si parla, ma che raramente viene attuata. Questo, ovviamente, porta ad un confronto tra insegnanti che non può che essere stimolante per gli uni e per gli altri.

Per quanto riguarda gli studenti tutor, la P.E. li educa all'assunzione di un ruolo di responsabilità, sia nei confronti del bambino che viene accolto, sia nei confronti dell'Istituzione Scolastica a cui appartiene.

Per il bambino ospitato, infine, costituisce la possibilità di apprendere in un contesto estremamente stimolante: l'ingresso in una scuola superiore, la presenza di un maestro "grande", ma non poi troppo, il fascino di un vero laboratorio di Chimica. Liberati dalla funzione di "attrattori" i docenti della scuola secondaria possono finalmente "osservare" il processo in atto. Osservando il lavoro dei

tutor durante le varie fasi dell'esperienza essi hanno modo di conoscere meglio i propri studenti verificando innanzitutto quanto abbiano interiorizzato l'argomento oggetto dell'esperienza e inoltre, costatandone l'impegno, l'entusiasmo, la naturalezza o l'impaccio nel rapportarsi al bambino, possono conoscere la vera personalità dello studente, in modo più efficace che in tante altre occasioni.

#### Programmazione delle esperienze

Si è ritenuto opportuno che, almeno a livello di scuola elementare, le esperienze di peer education non costituiscano "un momento a sé stante" della vita scolastica del bambino, ma che diventino parte integrante del curriculum di scienze.

Ad inizio anno scolastico, quindi, i docenti dei due ordini di scuola si incontrano ed individuano un'esperienza, semplice, significativa, che sia determinante per concludere un percorso didattico o che ne rappresenti un momento importante.

I bambini delle elementari, nei tempi e nei modi che l'insegnante ritiene più opportuni, studiano il fenomeno scelto svolgendo le esperienze che è nella loro possibilità di attuare.

I ragazzi delle superiori preparano dei cartelloni che richiamano l'esperienza, sia dal punto di vista del procedimento, sia relativamente ai concetti ed al modello microscopico su cui si basa il fenomeno ed una copia di essi, in formato ridotto, sarà poi data ai bambini che la utilizzeranno durante la fase di rielaborazione dell'esperienza (Fig.1).



Fig. 1

#### Attuazione dell'esperienza

L'esperienza qui descritta è stata organizzata in modo che ogni tutor abbia un unico allievo, per cui il numero di bambini non deve superare il numero di posti di lavoro del laboratorio. In questo caso si rende quindi quasi sempre indispensabile dividere la classe delle elementari in due gruppi che svolgono l'esperienza in momenti diversi.

Il numero di tutor coinvolti è pari a quello dei bambini, inoltre altri tre ragazzi delle superiori svolgono funzione di osservatori, mentre un quarto scatta fotografie o riprende con la telecamera.

Poiché una parte degli alunni di entrambe le classi non partecipa all'esperienza si deve prevedere per questi qualche attività alternativa con la collaborazione di altri insegnanti: in realtà il problema è limitato alla classe della superiore, perché la scuola elementare può contare su numerose presenze.

Dopo una breve fase di accoglienza si formano gli abbinamenti tutor-bambino. E' bene evitare che tali abbinamenti siano del tutto casuali, al fine di non far lavorare insieme due soggetti entrambi impacciati, o timorosi, o, al contrario troppo agitati. Per lo più i bambini sono bravissimi, curiosi e molto disponibili, ma può capitare il ragazzino che deve essere rassicurato e seguito con particolare attenzione o quello che, al contrario, deve essere tenuto a freno. E' sufficiente che l'insegnante della scuola elementare, fatto un elenco degli alunni partecipanti, tracci, accanto ad ogni nome, un brevissimo profilo, utile per creare abbinamenti idonei, o, quantomeno, non troppo rischiosi. Ad ogni coppia viene assegnato un posto di lavoro e l'esperienza ha inizio.

Ad ogni osservatore vengono assegnati tre o quattro gruppi dei quali deve annotare, su schede prestabilite, il modo di operare, il tipo di rapporto che si instaura, la partecipazione ed il livello di gradimento del bambino, la maestria del tutor.

Durante l'esperienza il bambino non è naturalmente uno spettatore, ma deve maneggiare la vetreria, prelevare le sostanze, operare secondo le indicazioni del tutor.

Grande rilevanza deve, quindi, essere data alla sicurezza, a cui il tutor deve essere ben addestrato. Sulle norme di comportamento il bambino viene informato durante la fase di acco-

glienza, ma è compito del tutor controllare che la sicurezza non venga mai meno.

Durante il lavoro il tutor ed il bambino si spartiscono e si scambiano i compiti; in modo che l'alunno esegua tutte le operazioni previste dall'esperienza.

Al tutor è lasciata piena libertà circa il modo di operare per far comprendere al bambino ciò che sta facendo. Alcuni tutor, a lavoro terminato, elaborano, insieme al loro allievo, uno schema riassuntivo, altri guidano il bambino a commentare l'esperienza osservando i cartelloni predisposti, e così via.

### Rielaborazione dell'esperienza

Il docente della classe elementare raccoglie le impressioni dei bambini, stimola discussioni circa il lavoro svolto in laboratorio e verifica, nel modo che ritiene più opportuno, quanto è stato appreso dagli alunni. Generalmente la rielaborazione porta ad una ulteriore produzione di cartelloni, disegni, racconti e, talvolta, all'invenzione di fiabe i cui protagonisti sono, per esempio, le sostanze chimiche utilizzate. Un disegno di una bimba, rappresentante minuziosamente il laboratorio nel quale si è svolta l'esperienza da lei compiuta, inviato alla classe dei tutor, è rappresentato in Fig.2.



Fig. 2

Nella classe superiore l'esperienza viene commentata ed analizzata allo scopo di individuare eventuali intoppi o manchevolezze anche in relazione ai quesiti posti dai bambini.

### Valutazione del rapporto di tutoraggio

**160** Ad ogni bambino viene chiesto di scrivere un giudizio sul suo tutor e viceversa.

CnS - La Chimica nella Scuola

E' da notare che, per entrambe le parti, il giudizio rivela che tra il tutor ed il bambino si è instaurato un rapporto affettivo, ma mentre il giudizio del tutor è sostanzialmente benevolo e conciso, quello del bambino è spesso, molto articolato e particolareggiato. I bambini sono, innanzitutto, colpiti dall'aspetto fisico del loro maestro e ne descrivono dettagliatamente i tratti e l'abbigliamento. Successivamente passano a descrivere ciò che il maestro ha permesso di fare o non fare e se si è preoccupato che loro capissero. Inoltre viene sempre rigorosamente puntualizzato se il tutor era competente o se, invece, doveva consultarsi con i suoi compagni. Sostanzialmente, comunque, i giudizi espressi dai bambini sono

sempre molto positivi ed entusiasti.

Nei rarissimi casi in cui, però, le aspettative del bambino siano andate deluse, il giudizio diventa sferzante (Fig. 3, 4).

### Scambio dei materiali

Il docente della classe elementare fa pervenire all'insegnante ed agli studenti

**FEDELE, MAESTRO DI**  
Massimo Soria  
"Il mio maestro nel laboratorio di chimica del liceo il 22 maggio si chiama Fedele. Fedele non è molto alto, ha una barbetta e un paio di baffi, è allegro e scherzoso come me. Fedele è l'unico simpatico. Insegna molto bene e usa un tono di voce basso; quando io gli faccio delle domande lui mi risponde con pazienza. Dopo che lui aveva finito di spiegare mi esponevo, ma lo facevo a parte. Fedele mi faceva immergere i solidi e liquidi, poi facevo gli esperimenti e mi lasciava usare gli attrezzi del laboratorio. Sono stati tanti contenti."

Fig. 3

**VINCENZO RICCIOLINO**  
"Il 27 marzo sono andata al laboratorio di chimica del liceo, avevo come maestro Vincenzo facendo la professoressa Daniela mi ha allenato a Vincenzo con rinuncia, perplesso, ma poi mi sono abituata.  
Vincenzo non è molto alto, ha i capelli neri con nel buco riccio di cui che gli cadono sulla fronte, ha gli occhi neri e la pelle chiara.  
Vince è un po' timido, però si è aperto ed era nel laboratorio con me, mi ha consigliato con gli altri esperimenti e durante gli esperimenti.  
Il modo in cui parlava e spiegava era chiaro, se per caso non capivo mi spiegava e poi faceva delle domande a volte mi esprimeva e a volte no. Vincenzo non mi portava, ma con lui si prendeva le solite per fare gli esperimenti, per chi mi diceva di dare retta e poi faceva lui tutti gli esperimenti.  
Sarebbe piaciuto anche a me lavorare un po' con quegli strani attrezzi!"  
(Nichola Ruggolino)

Fig. 4

della classe superiore i giudizi individuali (molto attesi dai ragazzi) e o copia delle verifiche, o materiali di rielaborazione dell'esperienza.

L'insegnante dei tutor, analogamente, invia i giudizi individuali, copia delle schede di osservazione ed uno scherzoso attestato in cui si certificano le capacità del bambino e la sua predisposizione alla carriera di chimico (Fig. 5).

### **Considerazioni sulla validità didattica dell'esperienza**

Degli obiettivi che possono essere perseguiti con questo tipo di esperienze si è già parlato, ma vale pena di sottolineare ancora qualche altro aspetto.

L'atmosfera in laboratorio durante l'esperienza è molto concentrata e laboriosa, non c'è assolutamente chias-



Fig. 5

so ed il comportamento è sempre corretto. I ragazzi "più difficili", compresi nel loro ruolo di tutor, lavorano con serietà ed in modo responsabile.

La produzione dei cartelloni viene svolta dai ragazzi prevalentemente a casa e questo permette di evidenziare disponibilità talvolta inaspettate. La loro realizzazione, inoltre, offre numerosi spunti per rappresentare con immagini e termini di facile comprensione i concetti che si vogliono far emergere e questo consente di individuare abilità, capacità e fantasia.

L'analisi del materiale di ritorno delle classi elementari è poi, spesso, fonte di idee per lavori didattici ulteriori.

Tutto quanto descritto qui in generale è poi testimoniato da materiali prodotti caso per caso. Al riguardo riportiamo la scheda riferita al tema "Separazione di miscugli eterogenei".

## Separazione di miscugli eterogenei

### **Scuole interessate:**

S. E. "S. Pellico" di Chieri, classe terza, insegnante: N. Venturino, n° alunni:22.

I.T.C.G. "B. Vittone" di Chieri, classe 2A geometri (sperimentazione Brocca), insegnante: Daniela Lanfranco, n° alunni:23.

### **Obiettivo specifico**

Separare miscugli eterogenei del tipo: acqua-olio, acqua-gesso, acqua-zolfo, zolfo-limatura di ferro.

Non si è ritenuto opportuno affrontare la separazione dei miscugli omogenei.

### **Monte ore impegnato per l'esecuzione in laboratorio**

- 2 ore per ogni alunno dell'elementare
- 2 ore per ogni alunno del biennio

### **Lavoro propedeutico all'esperienza**

· Nell'ambito di quanto previsto dalla programmazione annuale gli alunni della classe elementare hanno svolto numerose attività mirate allo studio delle caratteristiche delle polveri e dei liquidi. I bambini hanno miscelato solidi con solidi, solidi con liquidi e liquidi con liquidi osservando comportamenti, somiglianze, differenze e sono pervenuti all'acquisizione di una prima idea di miscuglio e di soluzione. La curiosità dei piccoli alunni di separare ciò che prima era stato miscelato non poteva essere soddisfatta nella scuola elementare per mancanza delle attrezzature necessarie.

· Gli alunni della seconda geometri avevano trattato la separazione dei miscugli eterogenei l'anno precedente durante il primo anno del corso di Laboratorio di Fisica e Chimica. Gli studenti hanno ritenuto opportuno preparare dei cartelloni esplicativi relativi alle tecniche di separazione. In modo molto semplice e con disegni colorati hanno evidenziato per ognuna di esse (filtrazione, decantazione, centrifugazione e separazione magnetica): "quando si utilizza, come si fa, qual è la caratteristica delle particelle dei componenti che viene sfruttata per realizzare la separazione". Le particelle di ogni sostanza sono state iconicamente rappresentate con una data forma e colore (Fig. 6).

### **Modalità di esecuzione**

Quelle già descritte in precedenza, tenendo in considerazione il fatto che i piccoli eseguono in prima persona le esperienze di separazione e che l'osservatore ha anche il ruolo di "documentare" fotograficamente ciò che sta avvenendo (Fig.7).

### **Valutazione del rapporto insegnamento-apprendimento**

- Ad ogni bambino è stato chiesto di esprimere un giudizio sull'insegnamento del suo maestro.
- Ad ogni ragazzo è stato chiesto di esprimere un giudizio sull'apprendimento del suo allievo

### **Considerazioni sulla validità didattica dell'esperienza**

Riteniamo che l'esperienza svolta sia stata didatticamente molto valida per i seguenti motivi:

- tra i "grandi" ed i "piccoli" si è instaurato un rapporto affettivo che è ampiamente emerso dai reciproci giudizi (in alcuni casi sopravvalutati rispetto a quanto relazionato dagli osservatori)
- tutti hanno lavorato con grande entusiasmo
- i bambini, in verifiche successive, hanno dimostrato, a larga maggioranza, di aver compreso ed interiorizzato il fatto che sostanze diverse sono costituite da particelle diverse, aventi ben precise caratteristiche (il che, nell'ottica della progressiva costruzione del modello particellare, non è poco) .

# FILTRAZIONE

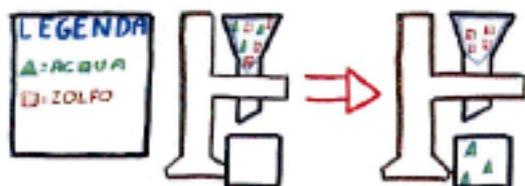


Fig. 6



Fig. 7

Hanno partecipato alle esperienze di Peer Education attuate all'I.T.C.G. "B. Vittone":

**Prof. D. Lanfranco:** per i percorsi di Chimica,

**Prof. A. Paglia:** per i percorsi di Fisica

**Gli studenti delle classi 2A - 3A - 3B geometri** (sperimentazione Brocca)

**Le scuole elementari:**

"S. Pellico" - N.S. della Scala" -

"B. Maddalene" di Chieri (To) -

S. E. Frazione Avatanei di Poirino (To) con le insegnanti:

R. Bersani - R. Casagrande - C. Del Bosco - A. De Pasquale - L. Gambino - L. Mantello - A. Pio - E. Serratore - G. Tinto - N. Venturino

**I bambini delle classi seconde, terze e quarte.**

## Bibliografia

- [1] D.W. Winnicott, *Sviluppo affettivo ed ambiente*, Armando Ed., Roma, 1995
- [2] E. Durkheim, *Le regole del metodo sociologico*, trad. it. Ed. Comunità, Milano, 1979
- [3] E. De Bono, *Il pensiero laterale*, BUR, Milano, 1996

[4] J. Piaget, *Dal bambino all'adolescente: la costruzione del pensiero*, La Nuova Italia, Firenze, 1994

[5] L.S. Vygotskij, *Pensiero e linguaggio*, Laterza, Bari, 1992

[6] D.P. Ausubel, "Educazione e processi cognitivi", F. Angeli Ed., Milano, 1995

[7] T. Pera, La chimica e le relazioni nell'area di progetto in *Insegnanti di qualità. I percorsi di formazione*, Giornate di studio sulla formazione scientifica nelle scuole secondarie, Trieste 3-5 maggio 1999, pag. 293, Ed. Università di Trieste, 2000

[8] R. Carpignano, D. Lanfranco, G. Manassero, T. Pera, La Chimica come disciplina orientante, in *Atti XI Congresso Nazionale di Didattica Chimica*, Bari, 12-16 dicembre 1999, pag. 357, 2001.

## Notizie

Premetto che non sono un numismatico ma, interessandomi da molti anni di didattica e di ricerca in didattica "sperimentale", intendo con sperimentale tutto ciò che praticamente può essere utilizzato nella pratica di laboratorio, ritengo di aver sviluppato il piacere dell'osservazione. Questo spirito mi porta a ricercare in qualsiasi campo gli spunti che possano servire a far conoscere la nostra disciplina. E' stato quindi con molto piacere constatare che la Repubblica di San Marino ha emesso il 24 settembre 1998 una serie dimensionale di 8 monete dal titolo "*L'uomo verso il Terzo Millennio*". Nella serie sono

raffigurate: Matematica val. 10 £., Co-



municazione val. 20 £., Ingegneria val. 50 £., Fisica val. 100 £., Zoologia val. 200 £., Chimica val. 500 £., Geologia val. 1.000 £., Medicina val. 5.000 £.. Voglio far notare che mentre la Repubblica di San Marino ha considerato la Chimica come disciplina portante per lo sviluppo scientifico del

terzo millennio, dedicando ad essa una moneta, per contro, nel nostro Paese **sono a tutti note** le considerazioni che molti politici hanno espresso in merito all'importanza della nostra disciplina per il futuro della Cultura scientifica.

**Pasquale Fetto**

## San Giuseppe MOSCATI Professore di Chimica fisiologica

Figlio di un magistrato, nacque a Benevento il 25 luglio 1880 e nel 1884 con la famiglia giunse a Napoli. Conseguì la maturità classica nel 1897, si iscrisse alla Facoltà di Medicina. I suoi biografi concordemente ritengono che la scelta di Moscati fu dovuta alla sua persuasione che la professione medica fosse la più conveniente per aiutare il prossimo e avvicinarlo a Dio.

Moscatti si laureò il 4 agosto 1903. Dotato di intelligenza e di energie fisiche e morali eccezionali, lavoratore indefesso, nella sua pur breve vita, compì una brillante carriera professionale ma trovò anche il modo di dimostrare di essere un abile ricercatore in campo scientifico, più precisamente nell'uso della chimica a vantaggio della fisiologia.

E' degno di ammirazione l'interesse di questo giovane studente per una scienza ancora in gestazione e l'intuizione che la fisiologia era la scienza che avrebbe fatto progredire – allora più di ogni altra – la medicina ed inoltre che l'applicazione delle conoscenze chimiche era straordinariamente utile al progresso della fisiologia e – in definitiva – alla cura dei malati.

Non perse tempo! Appena iniziati gli studi universitari si mise a frequentare il laboratorio di Chimica fisiologica diretto dal professore Pasquale Malerba, del quale parlerò tra poco. Moscati si laureò in Medicina nel 1903, con una tesi su un argomento di chimica fisiologica; si dedicò subito all'esercizio della professione medica, ma continuò a frequentare con regolarità Chimica fisiologica. Fu assistente, poi aiuto e in questa materia prese la libera docenza nel 1911 e nel 1917 rifiutò la successione alla cattedra del suo Maestro. Nel 1922 conseguì la libera docenza per titoli in Clinica medica generale. A meno di quarantasette anni morì improvvisamente a Napoli; il 16 novembre 1975 fu proclamato Beato e Santo il 25 ot-

Novembre - Dicembre 2001

---

SANDRO DOLDI\*

---

tobre 1989 dall'attuale Pontefice. Spoglie e cimeli sono conservati nella Chiesa del Gesù Nuovo a Napoli.

Il Moscati si trovava benissimo nel laboratorio di Pasquale Malerba (Pizzo Calabro 1849 – Napoli 1917). Questi era stato assistente di Giuseppe Albini (Albate Guazzane-Varese 1827 - Torino 1811) che giunto a Napoli al termine delle sue peregrinazioni in Università europee, aveva fondato nel 1860 l'Istituto di fisiologia, la scienza che studiava la composizione degli organi dei viventi, animali o vegetali, e le loro funzioni. Quando Malerba lasciò un impiego remunerato per assumere l'incarico di assistente che non lo era, l'Albini volle che si perfezionasse in chimica. A tale scopo Malerba frequentò per tre anni il Laboratorio di Chimica generale diretto dal professor Ogliadoro. Durante la sua vita attiva Malerba fu ricercatore nel campo della Chimica fisiologica e, dal 1882, cominciò ad insegnare regolarmente la Chimica fisiologica nell'Università di Napoli; nel 1885 divenne professore ordinario.

Questo è certamente il primo corso regolare di Chimica fisiologica nelle Università italiane. A questo proposito ricordo di avere avuto occasione di occuparmi dell'opera scientifica di Stefano Capranica[1-2] (Roma 1850 – Genova 1893), un isolato cultore della Chimica fisiologica a favore del quale l'Università di Genova aveva ottenuto dal Ministero della P.I. l'istituzione di una cattedra di tale disciplina. Questo avvenne nell'anno accademico 1889-90. Credeva fosse il primo invece non lo era e cessò dopo pochi anni.

A proposito di Malerba ricordo ancora che egli – conoscitore perfetto della lingua tedesca – tradusse nella nostra la prima edizione tedesca (1891) del Manuale di Chimica fisio-

logica compilato dallo svedese O. Hammarsten, allo scopo di mettere a disposizione di studenti e medici un libro di studio di questa disciplina.

Pasquale Malerba è certamente colui che contribuì più di ogni altro alla formazione scientifica di Giuseppe Moscati anche perché la convivenza tra Maestro ed Allievo fu sempre perfetta. Quest'ultimo ebbe a dichiarare che in questo laboratorio erano a disposizione tutti i mezzi a lui occorrenti per le ricerche “nonché la guida affettuosa ed il controllo saggio del prof. Malerba”. Di conseguenza la maggior parte delle memorie scientifiche di Moscati risultano frutto di ricerche eseguite dal Laboratorio diretto da Malerba.

Come ho prima ricordato l'insegnamento ed il Laboratorio di Malerba erano parte dell'Istituto di Fisiologia fondato e diretto dall'Albini fino al 1903, cioè fino alla laurea di Moscati. Pertanto questi, da quando studente entrò nel Laboratorio di Malerba sino alla laurea, direttamente o indirettamente, non si sa quanto, subì l'influsso scientifico dell'Albini. Questa affermazione non è banale perché da un elenco delle pubblicazioni dell'Albini una quindicina sono di Chimica fisiologica e venti quelle di fisiologia sperimentale.

Nel 1904 a P. Malerba successe Filippo Bottazzi (Diso-Lecce 1867 – 1941), studioso di grande prestigio e la sua autorità si estese anche al Laboratorio ed all'insegnamento della Chimica fisiologica. Bottazzi era ancora in carica quando morì Moscati e quindi la sua formazione scientifica dopo la laurea ed almeno sino alla libera docenza fu influenzata dal Bottazzi, profondo conoscitore della Chimica fisiologica avendo pubblicato, tra il 1898 ed il 1902, il noto trattato di Chimica fisiologica per gli studenti.

In conclusione si può affermare che Pasquale Malerba fu il principale Maestro di Moscati il quale – tuttora – subì anche l'influsso dell'Albini

e – soprattutto – del Bottazzi. Anche perché in tempi di lotte tra "antivitalisti" (negavano la Creazione e quel che segue) e "vitalisti" (che credevano il contrario e soprattutto che i fenomeni vitali e naturali in genere sono guidati da una Mente superiore), Moscati, Malerba e Bottazzi erano credenti: l'affinità di sentimenti religiosi era motivo di avvicinamento nell'attività scientifica.

Come è logico coloro che si sono occupati della vita terrena di Giuseppe Moscati, un Santo, si sono soprattutto dedicati agli aspetti religiosi ed agli atti che hanno determinato la sua santità, quelli scientifici sono stati trascurati e ci si è limitati a mettere in evidenza l'attributo di scienziato che gli aspettava. Raramente si trova citato il titolo di qualche sua memoria. Poiché a me interessava conoscere la sua opera scientifica, anche perché si era svolta nel campo della chimica,

mi misi alla ricerca di suoi scritti. Fui subito sorpreso dal fatto che le sue memorie erano pubblicate in periodici seri, che le sottoponevano ad esame preventivo, come ad esempio il Bollettino della R. Accademia Medico-chirurgica di Napoli; La Riforma Medica; lo "Ztsch. für Physiologische Chemie" ed altre Riviste scientifiche internazionali.

Ho raccolto una trentina di memorie di Moscati ed il primo risultato pratico è che ho potuto finalmente avere i titoli esatti ed i riferimenti biografici utili al loro reperimento, disporle secondo gli argomenti trattati e, soprattutto, conoscere con precisione i loro contenuti. Leggendole mi persuasi rapidamente che il loro Autore era un ricercatore serio, capace di scendere alle radici degli argomenti trattati ed esprimere in maniera straordinariamente chiara i risultati, con sicurezza come si addice ad uno studioso che non ha dubbi sulla validità delle pro-

prie metodologie.

*L'autore è deceduto a questo punto del lavoro che pertanto non ha potuto essere revisionato e, forse neppure terminato.*

*Chi fosse interessato alla vita e alle opere di San Giuseppe Moscati, forse l'unico chimico proclamato Santo, può consultare dello stesso Autore:*

[1] "L'attività scientifica di San Giuseppe Moscati" Atti dell'Accademia Ligure di Scienze e Lettere Serie V, LIV - 1997. "La formazione scientifica di Giuseppe Moscati" Atti dell'Accademia Ligure di Scienze e Lettere Serie VI - Volume II - 1999

[2] S. Doldi "Stefano Capranica, professore di Chimica fisiologia". *La Chimica nella Scuola*, XIX, 1997, pp. 36-39.

**Notizie a riguardo possono essere richieste a Raffaele Pentimalli**  
**pentiraf@tiscalinet.it**

**RECENSIONE**

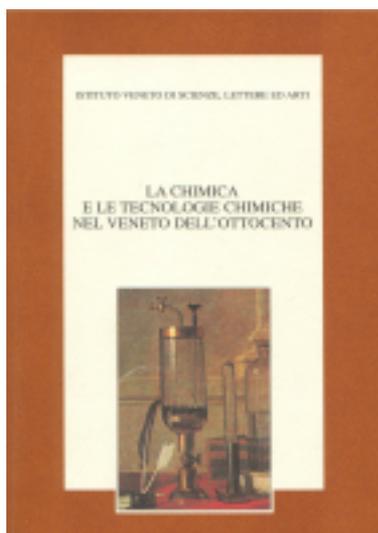
### LA CHIMICA E LE TECNOLOGIE CHIMICHE NEL VENETO DELL'OTTOCENTO

ATTI DEL SETTIMO SEMINARIO DI STORIA DELLE SCIENZE E DELLE TECNICHE NELL'OTTOCENTO VENETO

a cura di **Angelo Bassani**

Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti - Venezia, 2001. 1 Vol. di pp. 515, • 56,81

Il volume raccoglie diciannove contributi presentati nel corso del settimo seminario di storia delle scienze e delle tecniche nell'ottocento veneto, dedicato questa volta alla chimica e alle sue applicazioni, che si è svolto a Venezia il 9 e 10 ottobre 1998. Il ritardo nella pubblicazione degli Atti può essere notato, ma la notevole cura con cui è stato preparato il volume contribuirà senz'altro a giustificarlo agli occhi di chi non ha avuto l'opportunità di partecipare al seminario. E' probabile che gli appassionati di storia della chimica e delle tecnologie chimiche, si rammaricheranno di aver perso l'occasione perché, come sottolinea Bruno Zanettin nell'introdu-



zione "sarà sufficiente ripercorrere l'indice del volume per apprezzare l'ampiezza e l'importanza del campo d'indagine affrontato dal convegno: dalla farmaceutica all'idraulica, dall'elettricità alla cantieristica". Purtroppo, nonostante le gloriose origini, il prestigio del passato e, come nel caso specifico dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, l'odierna vitalità, le Accademie scientifiche italiane e le loro iniziative non sono conosciute come meriterebbero. Se ciò sia dovuto ad una perdurante concezione elitaria del sapere o ad uno stile che rifugge l'odierna smania di "visi-

bilità", non è dato sapere. Certo, dispiace che iniziative così valide, d'interesse non solo locale, non abbiano un po' più di risonanza, specialmente fra i giovani studiosi. Oltre a questo seminario dedicato alla chimica, l'Istituto Veneto ne ha organizzati, a partire dal 1990, altri sei. Basta scorrere la lista dei precedenti, dedicati rispettivamente alle scienze mediche, agrarie, matematiche, all'architettura, alle scienze della terra e a quelle biologiche, per avere conferma di una continuità di impegno che, probabilmente, non ha molti imitatori in campo nazionale. Assumendo, in mancanza d'altro e un po' grossolanamente, la consistenza degli Atti come tangibile termine di paragone, il seminario dedicato alla chimica e alle tecnologie chimiche si impone nettamente sui tutti i precedenti. Ad un esame meno sommario emerge la qualità e profondità di alcuni contributi che, al di là dell'ambito regionale, potrebbero fornire l'ossatura per una storia della chimica italiana dell'ottocento. L'ottimo livello della ricerca storiografica nazionale in campo chimico trova, semmai ce ne fosse bisogno, ulteriore conferma in quest'opera, arricchita da centinaia di note a piè pagina che rappresentano una guida preziosa per chi

**continua a pag. 172**

Novembre - Dicembre 2001

### Intervista a DOROTHY L. GABEL<sup>#</sup>

<sup>#</sup> Professore di Scienza dell'Educazione alla Indiana University, autore di numerosissimi lavori di didattica e internazionalmente conosciuta per i suoi studi sul problem solving e sulla comprensione da parte degli studenti della natura particellare della materia. Ha ricevuto numerosi riconoscimenti tra i quali il premio JRST per l'articolo più significativo pubblicato nel 1977 dal Journal of Research in Science Teaching con J. Dudley Herron e lo stesso premio per un articolo pubblicato nel 1979 con John R. Staver. E' consulente per problemi di didattica e membro del consiglio di amministrazione di diverse scuole. Per progetti di ricerche ha ottenuto finanziamenti da diversi enti, tra i quali la National Science Foundation per oltre 2.250.000 dollari. E' stata membro del comitato di redazione e revisore per il Journal of Research in Science Teaching, Science Education, School Science and Mathematics ed è membro del comitato di redazione dell'International Journal of Science Education. E' revisore dal 1980 del Journal of Chemical Education e del School Science and Mathematics. E' stato ed è membro di varie organizzazioni professionali, ove ha ricoperto numerosissimi incarichi e nel 1985-6 è stata Direttore associato dell'Institute of Chemical Education

#### Qualcosa della tua vita: perché hai scelto di studiare chimica, divenire un insegnante e lavorare nell'educazione scientifica?

Sono nata a New York su Long Island nel 1936 e mi sono trasferita a St. Louis nel 1941, a Washington DC nel 1950, a Chicago nel 1951, e nel 1953 sono di nuovo ritornata a Washington DC. Mio padre lavorava per il governo degli Stati Uniti. Ogni spostamento veniva considerato un'esperienza istruttiva per mio fratello e per me e ha sviluppato dei legami familiari molto forti. Nel 1957, ho conseguito la laurea BS al Rosary College (Dominican University) con una specializzazione in chimica. Nel 1969 ho conseguito una laurea MS attraverso i corsi estivi NSF alla Purdue University. Un anno dopo sono ritornata a Purdue come studente a tempo pieno, dottoranda in didattica della chimica, e ho completato il Ph.D. nel 1974.

Il mio interesse per le scienze era incominciato quando avevo circa dieci anni. Non abbiamo ricevuto alcuna istruzione scientifica nella scuola elementare cattolica, ma ero affascinata dalla natura. Molte delle mie attività ricreative erano collegate alla scienza. Queste attività andavano dall'indagare su quali insetti potessero nuotare, e per questo li mettevo sulla pietra grande che stava in un piccolo stagno per pesci nel nostro cortile posteriore, al collezionare insetti con mio fratello per il nostro zoo-con-insetti-

<sup>(\*)</sup>Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra, Facoltà di Ingegneria dell'Università, Via Brece Bianche - 60131 Ancona. E-mail: [libero@unian.it](mailto:libero@unian.it)

#### LIBERATO CARDELLINI<sup>(\*)</sup>

vivi e invitavamo i nostri amici del quartiere a visitarlo, a guardare la buccia di cipolla e i capelli al microscopio che mi era stato regalato per Natale. Mi sono divertita come membro di un club giovanile di giardinaggio e come Coccinella e Girl Scout. La mia prima esperienza con la chimica è consistita nel ricoprire monetine di rame con mercurio, usando il piccolo chimico di un amico. Spero che l'uso del mercurio non abbia avuto nessun effetto a lungo termine sulla salute. Nelle scuole superiori ho seguito nell'ordine biologia, fisica e chimica. Mi piaceva la fisica ma non la biologia, perchè in biologia era necessario memorizzare troppe cose, e neppure la chimica perchè non la capivo, sebbene abbia avuto un "A". All'università ho preso chimica perchè pensavo di diventare un medico o un veterinario. All'università la chimica mi interessava e mi piaceva perchè non c'era molto da imparare a memoria. Invece, c'erano da risolvere problemi e nel calcolo stechiometrico riuscivo piuttosto bene. Dopo l'università ho deciso di far parte di una comunità religiosa che aveva la responsabilità di fornire insegnanti per più di 100 scuole elementari, 14 licei e due università negli Stati Uniti. Così durante i miei primi anni di formazione ho seguito alcuni corsi d'istruzione in didattica e ho fatto pratica d'insegnamento prima di assumere il ruolo d'insegnante di chimica a tempo pieno in una scuola superiore in Madison, Wisconsin, nel 1959. Nel 1970 sono ritornata a

Purdue per conseguire il dottorato. Benché mi piacesse insegnare chimica alle scuole superiori, ho pensato che avrei potuto dare alla società un contributo più importante lavorando alla formazione dei futuri insegnanti di chimica, che non insegnando al livello della scuola superiore.

#### Hai svolto il Ph.D. sotto la guida di Dudley Herron: cosa hai imparato da lui?

Dudley Herron è divenuto un membro della facoltà a Purdue mentre stavo studiando per conseguire il master e sono stata fortunata ad avere lui come istruttore in uno corso di didattica "Metodi per insegnare Chimica alle scuole superiori". E' stato Dudley che mi ha suggerito di considerare la possibilità di fare un dottorato in didattica delle scienze. Mi aveva molto colpito il suo entusiasmo per l'insegnamento, le sue profonde convinzioni religiose, e la sua lealtà nei miei riguardi affinché conseguissi il dottorato in qualunque istituzione che ritenessi migliore (Mi ha perfino fornito un elenco di altre istituzioni che avevano buoni programmi). Dopo aver esaminato i programmi di dottorato in diverse istituzioni, ho scelto Purdue per la flessibilità dei suoi programmi e per il supporto finanziario che mi era stato offerto.

Durante il mio primo anno ho in realtà lavorato nel dipartimento di biologia sovrintendendo un corso numeroso (con oltre 300 studenti) di biologia. Fu durante il secondo anno che Dudley mi ha offerto un posto come assistente per insegnare il corso di metodi dell'insegnamento della chi-

mica e supervisionare gli insegnanti studenti di chimica<sup>(1)</sup> mentre lui sviluppava un corso per i metodi della scienza in generale. In quell'anno sono anche diventata Direttore Associato del Chemistry Institute. È stato durante questo anno che realmente ho conosciuto Dudley da vicino e ho capito che avevo fatto la scelta giusta quando avevo deciso di studiare con lui.

Da un punto di vista filosofico eravamo d'accordo in moltissime aree. Il nostro interesse comune era di rendere l'insegnamento della chimica alle scuole superiori concettualmente comprensibile per gli studenti. Durante il mio terzo anno a Purdue, Dudley è andato in Malaysia per tutto l'anno, e ho assunto i suoi compiti di insegnamento a Purdue. Quando è ritornato durante il mio quarto anno insegnavo e supervisionavo il corso Chem 100 per il Dipartimento di Chimica. Il corso era seguito da 100 studenti di ingegneria che avevano bisogno di rinfrescare le loro conoscenze di chimica prima di iscriversi al corso regolare. Durante questo anno ho completato la mia tesi, uno studio della durata di un anno intero sull'effetto di studiare secondo il proprio passo confrontato a studiare con delle scadenze, e lavorare con altri paragonato a lavorare da soli, sulla capacità di apprendimento delle scienze in 12 scuole con 1200 studenti della classe settima.

Una delle cose che ho sempre ammirato in Dudley era come rapidamente riuscisse a trasferire le sue idee sulla carta. Si sedeva alla sua macchina da scrivere per poche ore e produceva uno dei suoi grandi articoli! Ricordo che anche nel mezzo di questo lavoro, trovava sempre del tempo per aiutarmi, ed era una guida meravigliosa. Così la prima grande influenza nella mia vita come educatore nelle scienze (oltre le molte esperienze positive che ho avuto come insegnante di chimica nelle scuole superiori per undici anni), è stato Dudley Herron. Mentre ora rifletto su questo, non sono certa di poter stabilire esattamente quello che ho imparato da lui—eccetto di aver fatto moltissimo lavoro in un breve periodo di tempo! Era come se condividevo continuamente le idee, e

sapevo di avere una guida che mi sosteneva sia come persona che come collega [1].

### *Quali qualità sono importanti in un insegnante e quanto è importante l'entusiasmo nell'insegnamento?*

Gli insegnanti hanno bisogno di avere una conoscenza approfondita del contenuto della materia che insegnano e devono essere capaci di stabilire dei collegamenti tra il contenuto e la vita quotidiana. Avere una conoscenza approfondita implica avere anche la conoscenza pedagogica adatta del contenuto, ovvero, essere capaci di spiegare particolari concetti in diverse maniere efficaci [2]. Inoltre hanno bisogno di conoscere strategie efficaci di insegnamento che coinvolgano attivamente gli studenti nella comprensione concettuale del contenuto. E l'entusiasmo è molto importante. Qualche volta è l'entusiasmo di un insegnante all'inizio della carriera che aiuta a compensare la sua mancanza di conoscenza pedagogica del contenuto, che poi si evolverà nel tempo mentre l'insegnante comincia a capire come gli studenti sviluppano le concezioni difformi. Avere il senso dell'umorismo, mostrare interesse e sentirsi coinvolti nelle difficoltà che gli studenti incontrano nell'apprendimento, ed essere giusti in tutte le circostanze: queste sono altre qualità personali che sono importanti in un insegnante.

### *Hai la ricetta per il "libro di testo ideale"?*

No, non ho la ricetta, ma desidererei averla. Moltissimo dipende dall'uso che sarà fatto del libro di testo [3], e questo dipende da quello che accade nella classe di chimica. Dalla mia esperienza per aver lavorato con studenti universitari futuri insegnanti elementari [4] (tutti avevano frequentato chimica alle superiori), ed anche dall'aver esaminato le risposte e i risultati delle prove che gli studenti affrontano alla fine del loro corso di chimica nelle superiori dell'Indiana, sembra che gli studenti conoscano poca chimica attinente alla vita. Appare esserci scarsa comprensione

concettuale di semplici fenomeni come la combustione, la fusione, la decomposizione e la dissoluzione. Alle volte è difficile capire come certi corsi di chimica del liceo possano motivare la maggior parte degli studenti ad apprezzare la scienza o li possa invogliare a scegliere altri corsi addizionali di chimica.

Credo che i libri di testo debbano mostrare come avvengono i cambiamenti della materia a livello macroscopico, come questi siano in relazione con i cambiamenti a livello microscopico, e come questo possa venire rappresentato simbolicamente. Questo renderebbe probabilmente necessario spostare la struttura atomica dalla posizione iniziale come nella maggior parte dei libri di testo a una posizione più arretrata. E significherebbe anche dover sostituire nella soluzione dei problemi l'uso dei metodi algoritmici (come il metodo del fattore-etichetta) con metodi più concettuali (moltiplicazione e divisione). La difficoltà nello scrivere un libro di testo risiede nel fatto che una persona con una profonda comprensione della struttura della chimica scrive il testo e così questa sua struttura ne informa l'ordine del contenuto. Invece, l'autore del testo dovrebbe entrare nella mente dello studente ancora alle prime armi e che non conosce la struttura della materia e immaginare quale sarebbe la maniera migliore per facilitarne l'acquisizione. Questo significa iniziare con qualche cosa che è familiare allo studente e poi arrivare alla struttura astratta vista come un chiarimento dei fenomeni familiari. A me sembra che il miglior libro di testo per le scuole superiori al momento disponibile negli Stati Uniti per tutti gli studenti di chimica (indipendentemente dal fatto che si specializzarono in scienze oppure no) sia la 4a edizione di ChemCom (2002) ora pubblicato da W. H. Freeman e Company. Questo testo tenta di fare quanto detto sopra.

### *Perché gli studenti sviluppano concezioni difformi ed è così grave averne?*

Ci sono diverse fonti di concezioni difformi. Una vera concezione difforme deriva probabilmente da una deduzione sbagliata in seguito a un'esperienza di una persona con la natura [2]. Per esempio mentre siedo alla mia scrivania per completare que-

<sup>(1)</sup> Gli insegnanti studenti sono studenti che non hanno ancora la certificazione che permette di insegnare, ma che insegnano in una scuola sotto la guida di un insegnante con certificazione, per apprendere come fare e per mettere in pratica ciò che hanno imparato nei corsi di didattica che hanno seguito all'università. Un docente dell'università li segue mentre insegnano. (N. d. T.)

sta intervista, metto la mano su un foglio di carta e sulla maniglia di metallo della porta. Giungo alla conclusione che la temperatura della carta è più alta della temperatura del metallo perchè il metallo è un migliore conduttore di calore della carta (così il calore fluisce dalla mia mano più rapidamente al metallo che alla carta, provocando la sensazione che il metallo sia più freddo).

Altre concezioni difformi vengono costruite perchè qualche volta una persona fa generalizzazioni improprie. Per esempio, alla scuola elementare i bambini imparano che l'acqua congela a 0°C. Alcuni bambini pensano che il ghiaccio è sempre a questa temperatura, anche in un giorno molto più freddo o se il ghiaccio è stato messo in un congelatore. Altri pensano (o memorizzano) che ogni cosa congela allo zero. Probabilmente non hanno esaminato il punto di congelamento di altri materiali o non hanno studiato l'argomento con la necessaria profondità. Questo ha delle implicazioni nella necessità di insegnare i concetti in modo più completo. Gli errori che qualche volta si trovano nei testi che gli studenti usano e credono idee corrette sono concezioni difformi forse evitabili, ma ciò nonostante capitano.

Non c'è nulla di irreparabile nell'aver concezioni sbagliate: tutti ne abbiamo qualcuna. L'apprendimento è il processo che rende le proprie concezioni più scientifiche, ovvero, più in accordo con quelle di altri e con ciò che crediamo sia la realtà.

### *Come possiamo facilitare l'acquisizione delle abilità, e perché gli studenti sbagliano la soluzione dei problemi?*

Questa è un'altra grande area, e sono stati scritti molti libri su questo argomento! Il mio punto di vista è che se gli studenti hanno una buona comprensione concettuale, sono capaci di risolvere i problemi [5]. Un altro punto di vista è che gli studenti arrivano ad una più profonda comprensione concettuale attraverso la soluzione dei problemi. Credo che entrambe le affermazioni siano vere. Lo scorso autunno ho proposto ai miei studenti alcuni problemi che richiedevano di fare differenti quantità di biscotti avendo a disposizione varie quantità di ingredienti quali uova e olio. Circa il 92% è giunto alla soluzione corretta.

Ho dato loro poi da risolvere problemi che coinvolgevano le moli e le masse di materiali meno familiari, che generalmente chiamiamo reagenti chimici. La percentuale di studenti che sono giunti alla soluzione corretta è stata circa del 32%. La differenza maggiore nei problemi non erano le difficoltà matematiche perchè erano richieste le stesse abilità. Era la mancanza di familiarità con le sostanze e le unità di misura utilizzate. A me sembra che questo accade in chimica perchè utilizziamo troppi materiali e unità di misura poco familiari nei problemi di chimica. Per alcuni studenti perfino massa e volume sono concetti nuovi [6]. E i problemi contengono unità poco familiari quali grammi, litri, e moli. Quello che risulta è che gli studenti sono frustrati da così tanti termini nuovi, che memorizzano come trattare il problema e ottenere una risposta senza pensare a quello che fanno. Questo è favorito dall'uso meccanico del metodo del fattore-etichetta (analisi dimensionale) dove non sono richiesti grandi ragionamenti. E' sufficiente aggiungere STP (Acronimo di Standard Temperature and Pressure: indica la condizione in cui la temperatura è 0°C (273 K) e la pressione è 1 atm. (N. d. T.)) in un problema del tipo massa-massa per vedere come gli studenti risultano confusi! Vogliono risolvere il problema come un problema sulla legge dei gas perchè questo è quello che associano con STP.

Gli studenti hanno necessità di imparare ad analizzare i problemi attentamente ed essere capaci di spiegare ogni passaggio, dire quale informazione è superflua e di quali informazioni addizionali hanno bisogno. E' anche necessario insegnare alcuni concetti prima che gli studenti comincino a studiare chimica nelle scuole superiori, ed anche arrivare nel dettaglio molto più di quanto viene comunemente fatto oggi negli Stati Uniti. Questo ridurrebbe il numero dei concetti nuovi che gli studenti hanno bisogno di imparare al livello delle scuole superiori. Per esempio, in molti libri di testo elementari di scienze e matematica negli Stati Uniti, il volume viene insegnato come parte del sistema metrico. Tuttavia, dopo che è stato insegnato, il suo uso formale viene abbandonato, e di frequente si esprimono le quantità in termini di dimensioni o di "amount". Perchè non utilizzare a seconda dei casi, parole quali diametro, circonferenza, lun-

ghezza, volume, massa, ecc. al posto di parole vaghe come amount e dimensioni? Forse al momento che gli studenti arrivano alle scuole superiori, una parte del vocabolario necessario sarebbe acquisito, e così nella soluzione dei problemi chimici gli studenti risulterebbero migliori.

### *Cosa pensi dell'uso della tecnologia nell'apprendimento? Potrà sostituire gli insegnanti?*

Non ho una base sufficiente per fare una predizione. Penso però che ci sarà sempre bisogno di insegnanti. Non c'è ora una diffusa motivazione per lo studio della chimica e non sono certa che con la tecnologia si possa fornire questa motivazione o si possa analizzare le necessità dello studente e prescrivere i rimedi adatti. In un certo modo, è come per una medicina. Potranno i computers prendere il posto dei medici? Per alcune funzioni sì; per altre no.

### *Quali idee la ricerca educativa ha reso disponibili agli insegnanti? Perchè il trasferimento di nuove idee alla scuola è così lento?*

Il cambiamento dell'insegnamento della chimica per includere le scoperte della ricerca è stato molto lento. Ci sono due fattori esterni che vedo influenzare l'insegnamento delle scienze più della ricerca. Questi sono: 1) l'aumentata enfasi sui tests, e 2) il controllo commerciale dei libri di testo.

1) Negli Stati Uniti, certi stati e certi distretti scolastici hanno interpretato gli standard nazionali per l'insegnamento delle scienze (National Science Education Standards, NSES) come un requisito minimo. Molti scienziati in buona fede ed altri personaggi pensano che questo minimo sia insufficiente per il loro Stato così hanno aggiunto standard addizionali. Questo allarga la base del contenuto che così diventa uno standard impossibile da raggiungere per molti studenti. Di conseguenza, molti studenti ricorrono alla memorizzazione piuttosto che alla comprensione.

2) I libri di testo sono una merce dalla quale l'industria del libro ricava un profitto. Probabilmente il 95% delle case editoriali non è disposto a correre un rischio nel pubblicare un libro basato sulle raccomandazioni della ricerca. La forza che guida la scelta del

contenuto dei libri di testo è basata sulle raccomandazioni di ricerche di mercato compilate da insegnanti delle superiori che saranno poi gli acquirenti del nuovo testo. Gli editori utilizzano i risultati per determinare la struttura del libro e le altre caratteristiche. Frequentemente gli insegnanti modellano le loro richieste su quanto hanno già usato in passato, o quanto hanno studiato quando erano all'università, e così pochi cambiamenti avvengono nei libri di testo.

Conosco due esempi dove alcuni risultati della ricerca nella quale sono stata coinvolta hanno fatto una differenza nei libri di testo, ma solo perchè ho lavorato personalmente con un autore, o ero io stessa l'autore. Il primo è stato l'aumentato uso della natura particellare della materia riportata per tutta l'estensione del testo piuttosto che essere confinata nel capitolo sulla teoria cinetica molecolare. Avevo iniziato uno studio con Cliff Schrader sulla comprensione dei suoi studenti della natura particellare della materia usando disegni di particelle per rappresentare tutti tipi di cambiamenti. I risultati sono stati presentati a una conferenza NARST (N. d. T. Acronimo di National Association for Research in Science Teaching.) nella metà degli anni 80. Come conseguenza di questi studi, quando a Cliff è stato chiesto di essere un autore del testo *Heath Chemistry* [7] con J. Dudley Herron ed altri, ha incluso disegni di particelle in tutto il testo. In una maniera simile quando sono divenuta co-autore del testo della Prentice-Hall, *Chemistry, The Study of Matter* [8] in questo testo ho incluso disegni di particelle in tutti capitoli. A quanto pare ho coniato l'espressione "Pictures in the mind" e l'inclusione di questi disegni nei libri di testo per la scuola superiore e per l'università è divenuta ora pratica comune.

Inoltre, nel 1979, ho svolto uno studio sostenuto dal NSF (N. d. T. Acronimo di National Science Foundation, è l'ente che finanzia programmi di ricerca in tutte le aree scientifiche e didattiche.) sull'uso di una varietà di metodi con studenti delle scuole superiori [9], nella soluzione dei problemi di chimica. Molte delle idee che hanno plasmato la stesura delle sezioni riguardanti la soluzione dei problemi del già menzionato *Chemistry, The Study of Matter* sono derivate da questo studio come pure i contenuti di

*Solving Chemistry Problems* [10], pubblicato da Standex (ora Prentice-Hall).

### Conclusioni

Per finire voglio ringraziare Liberato Cardellini per avermi incoraggiato a riflettere sulle domande che mi ha posto. Qualche volta ci si chiede se le cose che sono state fatte per la durata di una vita abbiano inciso in qualche modo. Da molto tempo non avevo più pensato a taluni di questi temi. La mia ricerca attuale riguarda ancora la comprensione della chimica da parte degli studenti. Ho recentemente trovato che un numero maggiore di studenti sembra capire la chimica meglio utilizzando le particelle che con le rappresentazioni dei livelli macroscopico e simbolico (N.d.T. Con quest'ultimo termine l'autrice si riferisce al livello rappresentativo costituito dalle formule e dalle equazioni chimiche). L'anno prossimo, come nel passato, userò i risultati della mia ricerca per vedere se posso migliorare l'apprendimento della chimica nelle mie classi. Enfatizzerò quello che accade a livello particellare in certe trasformazioni macroscopiche chimiche e fisiche prima di utilizzare le rappresentazioni simboliche come invece viene fatto comunemente al tempo presente.

### Bibliografia

- [1] D. L. Gabel, J. Dudley Herron - Mentor, Friend, and Colleague: The Early Years. Paper presented at the 217th American Chemical Society Meeting, Anaheim, CA, March 2, 1999.
- [2] D. L. Gabel, Let Us Go Back to Nature Study, *J. Chem. Educ.*, 1989, **66**, 727-729.
- [3] D. L. Gabel, What High School Chemistry Texts Do Well and What They Do Poorly, *J. Chem. Educ.*, 1983, **60**, 893-895.
- [4] R. D. Sherwood, D. Gabel, Basic Science Skills for Prospective Elementary Teachers: Measuring and Predicting Success, *Sci. Educ.*, 1980, **64**, 195-201.
- [5] D. Gabel, R. D. Sherwood, Analyzing difficulties with mole-concept tasks by using familiar analog tasks, *J. Res. Sci. Teach.*, 1984, **21**, 843-851; D. L. Gabel, K. V. Samuel, D. Hunn, Understanding the Particulate Nature of Matter, *J. Chem. Educ.*, 1987, **64**, 695-697.
- [6] D. L. Gabel, L. G. Enochs, Different Approaches for Teaching Volume and Students' Visualization Ability, *Sci. Educ.*, 1987, **71**, 591-597.
- [7] J. D. Herron, D. A. Kukla, M. A. Dispezio, C. L. Schrader, J. L. Erickson,

*Heath Chemistry*, D. C. Heath: Lexington, MA, 1987.

[8] H. Doran, P. E. Demmin, D. L. Gabel, *Chemistry, the Study of Matter* (High school chemistry text), Prentice Hall: Needham, MA, 1989, 1993.

[9] D. L. Gabel, R. D. Sherwood, Facilitating problem solving in high school chemistry, *J. Res. Sci. Teach.*, 1983, **20**, 163-177; D. L. Gabel, R. D. Sherwood, L. Enochs, Problem-solving skills of high school chemistry students, *J. Res. Sci. Teach.*, 1984, **21**, 221-233.

[10] D. Gabel, *Solving chemistry problems involving moles: A student's illustrated guide*, Cebco Standard Publishing: Fairfield, NJ, 1983.

### ALTRE PUBBLICAZIONI RILEVANTI

D. Gabel, *SourceView and the SourceView User's Guide*, 1993, and *SourceView*, 1994, CD Rom distributed by the American Chemical Society.

D. Gabel, *SourceView*, (1993) video disc version containing an interactive CD Rom on Mathematical Problem Solving, Classroom Instruction, Laboratory Instruction.

J. R. Staver, D. L. Gabel, The development and construct validation of a group-administered test of formal thought, *J. Res. Sci. Teach.*, 1979, **16**, 535-544.

D. Gabel, *Chemistry resource materials*, Prentice Hall, Inc.: Needham Hts., MA, 1989.

D. L. Gabel, D. M. Bunce, Research on Chemistry Problem Solving: Chemistry, in *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, D. L. Gabel (Ed.), Macmillan: New York, 1994, p. 301-326.

D. M. Bunce, D. Gabel, J. V. Samuel, Enhancing Chemistry Problem-Solving Achievement Using Problem Categorization, *J. Res. Sci. Teach.*, 1991, **28** (6), 505-521.

D. Gabel, Use of the Particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding, *J. Chem. Educ.*, 1993, **70** (3), 193-194.

D. Gabel, *What Research Says to the Science Teacher about Problem Solving*, (Editor and chapter on chemistry), NSTA: Washington, D.C., 1990.

D. Gabel, The Complexity of Chemistry and Implications for Teaching, in *International Handbook of Science Education*, B. J. Fraser, K. G. Tobin (Eds.), Kluwer Academic Publishers: Norwell, MA, 1998, p. 233-248.

D. Gabel, Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future, *J. Chem. Educ.*, 1999, **76** (4) 548-554.

## Esperimenti sulla radioattività ed introduzione alla legge esponenziale del decadimento radioattivo

### Riassunto

*In questo articolo vengono proposti un approccio teorico alla legge esponenziale del decadimento radioattivo ed alcuni semplici esperimenti relativi a misure di radioattività dell'ambiente, di una reticella per gas da campeggio e di KCl.*

*Tali esperimenti non comportano rischi per la sicurezza e permettono inoltre l'introduzione sperimentale dei concetti fondamentali relativi alla radiochimica e alla chimica nucleare.*

### Introduzione

Diversi anni fa in una rivista di elettronica, venne pubblicato un articolo in cui si proponeva un esperimento relativo alla costruzione di un'apparecchiatura a raggi X utilizzando una vecchia valvola degli anni quaranta (una Telefunken RE 084 o un'altra simile) ed un trasformatore di Tesla [1]. Attualmente con la legge 626 tale esperimento, pur facilmente realizzabile dal punto di vista pratico, porrebbe senz'altro problemi non indifferenti relativi alle norme di sicurezza.

E forse sarebbe altrettanto arduo, attualmente, pensare di proporre un esperimento di determinazione del semiperiodo di un radioisotopo (anche se molto interessante dal punto di vista didattico) come quello proposto ad esempio, alcuni anni fa, in due testi abbastanza noti per la SSS [2-3].

A prescindere da ciò e dal fatto che nei testi moderni viene riservato solitamente uno spazio molto limitato all'argomento della radioattività e spesso solo in connessione con quello della struttura atomica, tuttavia la radioattività costituisce un argomento molto attuale e senz'altro rappresentativo del legame Scienza - Società. Quest'anno, per esempio, la radioattività ha suscitato molto interesse quando i mass-media hanno

(\*) IPSIA "G. Ceconi", via Manzoni, 6  
33100 Udine

ROBERTO SOLDÀ (\*)  
LIVIA MERCATO (\*)  
BARTOLOMEO DI LORENZO (\*)

diffuso la notizia dei proiettili all'uranio impoverito, usati nella guerra del Golfo nel '90 e nei conflitti in Bosnia ('94-'95) e in Kosovo ('99).

In particolare poi quest'anno gli studenti dell'IPSIA "G. Ceconi", essendo stati installati nei laboratori ed in altre aule anche i rivelatori di radon per il controllo della radioattività ambientale, hanno avuto una motivazione supplementare per un maggiore approfondimento, rispetto a quanto riportato nei loro testi, riguardo alla radioattività e dintorni.

A tale scopo, per permettere agli allievi di affrontare con sufficiente grado di consapevolezza, da un lato i problemi connessi con il crescente fabbisogno energetico ed il corrispondente impatto ambientale, e dall'altro le numerose applicazioni della radioattività, è necessario introdurre i concetti fondamentali relativi alla radiochimica ed alla chimica nucleare.

Qui, a proposito della radioattività, vengono proposti alcuni esperimenti semplici e realizzabili nel rispetto delle norme di sicurezza ed inoltre viene proposto un approccio didattico alla "costruzione" di un grafico relativo al decadimento di un radioisotopo, ponendo in rilievo un metodo per guidare gli allievi dei corsi del biennio della SSS a "scoprire" la legge esponenziale del decadimento radioattivo.

### Misura della radioattività dell'ambiente e di una reticella per gas da campeggio

E' noto che fino a poco tempo fa, al fine di aumentare la luminosità delle reticelle usate nelle lampade a gas da campeggio, esse venivano impregnate di una soluzione di torio nitrato. Infatti quando la reticella era posta sul-

la lampada e bruciata senza combustibile, il nitrato di torio si trasformava in ossido di torio il quale conferiva incandescenza alla fiamma.

E' stato determinato, mediante spettrometria alfa, che la radioattività di tali reticelle varia da 750 a 1800 Bq corrispondente ad un contenuto di  $^{232}\text{Th}$  da 200 mg a 450 mg [4].

Il pericolo maggiore consiste nel fatto che, una volta bruciata, la reticella si riduce in polvere e quest'ultima è la causa della radioattività dei campeggi.

Comunque, nonostante l'allarme di radioattività del WWF e i vari sequestri ordinati dal Ministero dell'Ambiente in tutto il territorio nazionale, due anni fa il problema dei campeggi "radioattivi" non era ancora stato completamente risolto [5] e tuttora, in alcuni negozi di ferramenta e di articoli sportivi, tali reticelle sono reperibili con facilità.

I dati sotto riportati sono riferiti a misure di radioattività effettuate, mediante un contatore Geiger di tipo scolastico, su due reticelle diverse, una avente il simbolo del trifoglio radioattivo ed una senza tale simbolo. Radioattività (misura media 10 letture):

Ambiente:

16 impulsi / minuto

Reticella senza simbolo:

$(71 - 16) = 55$  impulsi / minuto

Reticella con trifoglio:

$(107 - 16) = 91$  impulsi / minuto

### Misura della radioattività del KCl, reagente analitico, e confronto con la radioattività di un concime potassico

Come è noto il potassio naturale contiene lo 0,012% di  $^{40}\text{K}$  radioattivo e quest'ultimo emette raggi  $\beta$  e  $\gamma$  ed ha un tempo di dimezzamento di  $4,5 \times 10^8$  anni.

Ogni sostanza contenente potassio quindi è debolmente radioattiva (a tale proposito suscita abbastanza scalpore nei ragazzi apprendere che in noi

avvengono circa un milione di disintegrazioni al minuto: infatti il K costituisce lo 0,35% del corpo umano).

Allo scopo di porre in evidenza anche un'applicazione analitica della radiochimica, abbiamo determinato il contenuto di cloruro di potassio in un concime potassico avente un titolo del 60 % di cloruro potassico.

Radioattività (misura media 10 letture):  
50 g concime cloruro potassico:

(93 - 16) = 77 impulsi / minuto

50 g cloruro potassico (reagente analitico):

(128 - 16) = 112 imp./min

Mediante un semplice calcolo si ricava:

$$112 : 100 = 77 : X$$

$$X = 68,7 \%$$

#### Nota:

Per effettuare questo esperimento bisogna usare un contatore dotato di sensore adatto per il rilevamento del potassio - 40.

#### Approccio teorico alla legge esponenziale del decadimento di un isotopo radioattivo

Viene data la definizione di tempo di dimezzamento di un radioisotopo e viene posto in evidenza che ogni nuclide radioattivo ha un suo particolare tempo di dimezzamento, mostrando una tabella: quantità di isotopo radioattivo contro tempo per un dato radioisotopo.

Quindi, dato il tempo di dimezzamento e una certa quantità di un radioisotopo, si invitano gli studenti a compilare la relativa tabella: quantità contro tempo e a tracciarne il grafico corrispondente. A questo punto si fa notare che il grafico ottenuto assomiglia a quello, rappresentante la relazione di proporzionalità inversa P contro V, ricavato nell'esperienza relativa ai gas. Tuttavia è diverso perché:

1) il primo punto interseca l'asse delle ascisse

2) si nota che, per  $t = n \times t_{1/2}$ , in cui  $n = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ , ecc., indica il numero di tempi di dimezzamento, la quantità di radioisotopo rimasta diventa rispettivamente  $g_0, 1/2 \times g_0, 1/4 \times g_0, 1/8 \times g_0, 1/16 \times g_0, 1/32 \times g_0$ , ecc., ove  $g_0$  indica la quantità iniziale.

In particolare, per ricavare la legge esponenziale del decadimento radioattivo, si fa costruire la tabella con il seguente formato:

$n = t / t_{1/2}$	$2^n$	$g$	$g \cdot 2^n$
0			
1			
2			
3			
4			
5			

A titolo di esempio si riportano le tabelle ed i grafici relativi al decadimento di 100 g di stronzio-90 avente  $t_{1/2} = 28$  anni.

Osservando che i prodotti dell'ulti-

ma colonna della tab. 2 sono costanti, i ragazzi giungono a concludere che, tra  $g$  e  $n$ , esiste la seguente relazione:

$g \times 2^n = g_0 = K_1$ , analoga alla relazione dei gas già nota:  $P \times V = K_2$ .

Ossia:

$$g = K_1 / 2^n \quad (1)$$

Cioè la quantità di radioisotopo  $g$ , rimasta ad ogni  $n = t / t_{1/2}$ , è inversamente proporzionale a  $2^n$  secondo una legge che si dice esponenziale perché la variabile  $n$  figura ad esponente di una potenza che, in questo caso, ha per base il numero 2.

In particolare per studenti con cono-

Tabella 1

Tempo (anni)	Quantità (g)
0	100
28	50
56	25
84	12,5
112	6,25
140	3,125

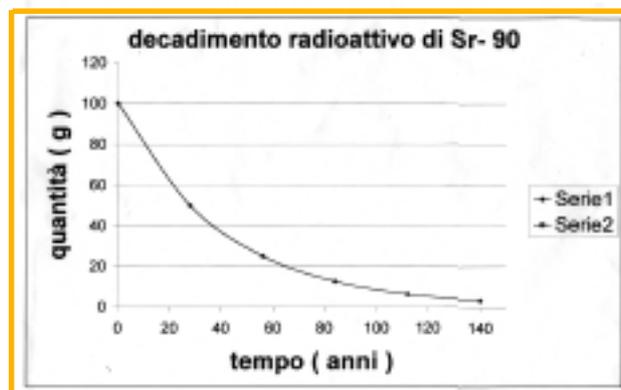
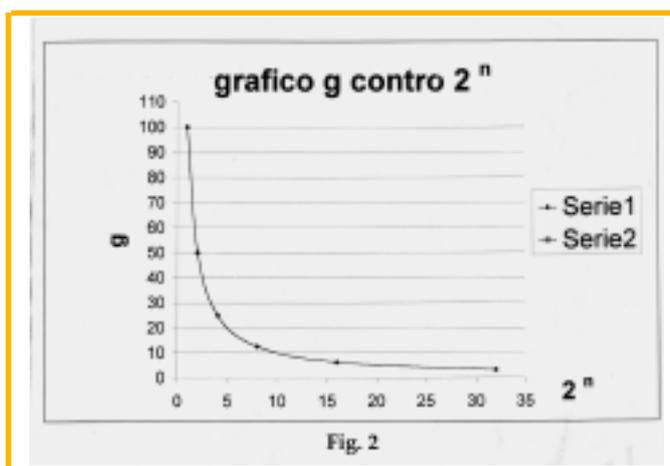


Fig. 1

Tabella 2

$n$	$2^n$	$g$	$g \cdot 2^n$
0	$2^0$	100	$100 \times 2^0 = 100$
1	$2^1$	50	$50 \times 2^1 = 100$
2	$2^2$	25	$25 \times 2^2 = 100$
3	$2^3$	12,5	$12,5 \times 2^3 = 100$
4	$2^4$	6,25	$6,25 \times 2^4 = 100$
5	$2^5$	3,125	$3,125 \times 2^5 = 100$



scenze di matematica relative anche ai logaritmi, si può far notare che:

$e^{0,693}$  equivale a 2

e quindi la legge ricavata può essere riformulata nel modo più consueto

$$g = g_0 \times e^{-0,693 n}$$

Inoltre, poiché  $n = t / t_{1/2}$  e  $t_{1/2}$  e  $g_0$  sono due grandezze costanti per ogni dato decadimento radioattivo, si può

dire che:

la grandezza  $g$  è una funzione esponenziale del tempo  $t$  e quindi la relazione :

$$g = g_0 / 2^{t/t_{1/2}}$$

permette, come la (1), di calcolare la quantità di radioisotopo rimasta in qualsiasi istante, noti  $g_0$  e  $t$ .

#### Bibliografia

[1] R. Arienti, *Electronics projects*, 1991, **16**, 5.

[2] Nuffield, *Chimica – Libro per l'insegnante*, Zanichelli, Bologna 1974, p.267 – 277.

[3] R.W.Parry, P.M.Dietz, R.L.Tellefsen, L.E. Steiner, *Chimica, Manuale di Laboratorio*, Zanichelli, Bologna 1978.

[4] L.Doretti, D.Ferrara, G.Barison, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 1990, **141**, 203.

[5] Il Gazzettino, 22 giugno 1999.

## ASSOCIAZIONE PER L'ANNO 2002

### Quote

<input type="checkbox"/> Socio individuale	• 52
<input type="checkbox"/> Socio collettivo	• 230
<input type="checkbox"/> Socio junior	• 34
<input type="checkbox"/> Socio junior biennale	• 36
<input type="checkbox"/> Socio insegnante (incluso CnS)	• 39
<input type="checkbox"/> Socio coniuge di altro socio	• 34
<input type="checkbox"/> Socio residente all'estero	• 52
<input type="checkbox"/> Socio pensionato	• 34
<input type="checkbox"/> Socio pensionato iscritto da almeno 20 anni	• 20
<input type="checkbox"/> Socio ANCHID	• 34
<input type="checkbox"/> Prima iscrizione gratuita per un anno ai laureati con 110 e lode (inviare fotocopia documentazione)	

**Ricordo a tutti i Soci Aderenti e NON insegnanti che per ricevere la Rivista CnS- La Chimica nella Scuola devono all'atto del rinnovo versare la quota supplementare di 11 •**

*inizia a pag. 164*

voglia approfondire gli argomenti trattati. Detto questo, e venendo alla materia del seminario, va onestamente precisato che, a modesto parere di scrive, nel confronto fra scienze chimiche e tecnologie chimiche il contributo veneto appare assai più incisivo per queste ultime. D'altronde, l'arretratezza della ricerca chimica nel periodo considerato non sembra limitato al Veneto se, come disse Icilio Guareschi giudicando l'operato dei chimici italiani fra sette e ottocento "erano tempi in cui tutti i chimici che non si occupavano di scienza, analizzavano delle acque minerali". L'osservazione di Guareschi, riportata nell'equilibrato saggio di Bassani "La ricerca chimica nell'Università e nell'Istituto Veneto" trova riscontro nel saggio stesso, laddove si parla dell'attività di Mandruzzato, Zacchinelli, Melandri, Ragazzini, Zanon e Bizio. E' ovvio che l'attività economica collegata con le fonti di Abano e Recoaro non poteva non esercitare un influsso importante sull'attività dei chimici, ma va detto che essi svolsero soprattutto lavori su commissione, stimolati dall'autorità amministrativa. Secondo Bassani, la delimitazione di questi interessi non va intesa in senso del tutto minorativo poiché, secondo l'analitico Thorburn Burns, "la chimica analitica contemporanea trova i suoi precedenti nelle tecniche di assaggio in mineralogia, metallurgia e nello studio delle acque minerali". Escludendo Melandri, uno dei primi artefici italiani dell'analisi sistematica quali-quantitativa nonché esperto di studio e controllo strumentale del contenuto gassoso delle acque, gli altri non sembrano precursori nella visione di Burns. La storia della ricerca veneta subirà un primo scossone con Ciamician, chiamato a Padova nel 1887, che però abbandonerà la sede dopo due anni, e con Nasini che a lui subentrerà, fino al 1906. Se la meteora Ciamician segnò l'avvio della riorganizzazione dei laboratori e diede un forte impulso alla chimica organica padovana, lo sviluppo promosso da Nasini fu decisivo non solo a livello padovano ma anche nazionale. Il saggio di Bassani dedica, come giusto, ampio spazio all'Istituto Veneto. La sua attività ordinaria di promozione scientifica si espletava attraverso i concorsi scientifici e i premi d'industria, quella straordinaria at-

traverso iniziative dettate da situazioni contingenti. Nel complesso, emerge il quadro di un organismo piuttosto attento all'innovazione ma, per quanto riguarda la chimica, con più interlocutori nell'ambito dello sviluppo e messa a punto di macchinari rispetto allo sviluppo dei prodotti. I lavori di Cerruti e Ciardi, di carattere più generale, delineano efficacemente i contorni nazionali in cui si sviluppa la chimica veneta. Il primo è un racconto, quasi una saga, in cui si analizzano vicende e comportamenti dell'intera comunità chimica italiana, con particolare riguardo a quella accademica. La terza parte, dedicata al periodo 1866-1906, è la più avvincente. Dalle traversie connesse al concorso per la successione a Piria, alla nascita della scuola di Cannizzaro, alla colonizzazione chimica dell'Italia ad opera della medesima, emerge una serie di contraddizioni che, secondo Cerruti, non sono tuttora risolte. La tentazione di attribuirle a "strutture profonde della nostra cultura" è forte ma, a dire il vero, dopo aver letto il testo della conferenza di Max Weber "*Wissenschaft als Beruf*", recentemente riproposto in italiano (Edizioni di Comunità, 2001), laddove egli consiglia di chiedere ai giovani intenzionati ad intraprendere la carriera accademica: "Crede di poter tollerare di vedersi passare avanti, di anno in anno, una mediocrità dietro l'altra, senza amareggiarsi e corrompersi ulteriormente?", chi scrive si è in parte ricreduto.

Il lavoro di Ciardi è un resoconto, ben documentato, dei congressi degli scienziati italiani ai quali i chimici italiani parteciparono, riconosciuti prima in sottosezioni (Torino, 1840), poi in sezioni autonome (Milano, 1844). Esso si integra efficacemente con quello di Gottardi, dedicato ai rapporti fra scienza e politica, a Venezia, dopo la Restaurazione. Come sottolineato da Ciardi, le discussioni più importanti in ambito congressuale, a parte le relazioni di Avogadro (1840), riguardavano teorie formulate oltralpe (Liebig 1844). Le polemiche di carattere interno, oppure quelle che Macedonio Melloni (1847) definì le "sciocchezze sostenute dai Fusineri, Zantedeschi e compagnia", servirono solo a riscaldare gli animi. Per la verità, secondo Curi, autore dell'ameo e lucido saggio "Splendori e decadenza della chimica a Verona", l'influenza di Ambrogio Fusineri, avvo-

cato-filosofo che contestava la teoria atomica e la legge delle proporzioni definite, fu così profonda e nefasta da giustificare il "nulla o quasi che si verificò nel campo della chimica e delle scienze in generale a Verona e nel Veneto tutto, in quel secolo". Il giudizio di Curi sembra piuttosto impietoso ma, se si scorre l'intero volume di questi Atti alla ricerca di qualche risultato veramente significativo, è difficile smentirlo. Lo stesso tentativo di corruzione del chimico fiorentino Gioacchino Taddei che, come ricorda Bassani, fu chiamato dai veneziani a fornire una consulenza analitica sull'acqua di un pozzo artesiano e non volle "disconoscere i lumi della scienza e i sentimenti di umanità" approvandone la bontà, la dice lunga sul clima dell'epoca. Certo, il "quasi" di Curi non va dimenticato, così come gli sforzi di coloro si adoperarono per mantenere, nonostante tutto, il rapporto con l'Europa. Un esempio significativo è proprio quello del veronese Giovan Battista Sembenini e delle sue "Gazzette Eclettiche", pubblicate dal 1830 in poi, con lo scopo di presentare al pubblico le novità pratiche e teoriche della ricerca chimica europea. Nello stesso anno poi, come ricorda Abbri nell'agile saggio dedicato a Berzelius e al suo *Läbork*, veniva pubblicato a Venezia il tomo primo, parte prima, del *Trattato di Chimica di J.J. Berzelius Tradotto a Parigi per A.J.L. Jourdan e recato in italiano da F. Du Pré*. Per quanto riguarda le diverse applicazioni della chimica trattate nel seminario, è senz'altro interessante soffermarsi sul restauro della Cappella degli Scrovegni e sulla corrosione delle carene nell'arsenale di Venezia, trattati rispettivamente da Bensi e Giormani. Il secondo dedica ampio spazio alle gustose discussioni e curiose polemiche suscitate dalle ricerche di Bartolomeo Bizio sul rame contenuto nei molluschi (1834). Una parte consistente del volume è dedicata alla farmacia (Maggioni), alla farmacologia (Berti), ai rapporti con la medicina (Ongaro) e alla chimica clinica (Dall'Olio e Dorizzi). La nascita del laboratorio di chimica clinica all'ospedale di Venezia risale al 1863. Esso fu affidato a Giovanni Bizio, chimico analitico di fama, di formazione viennese. Del suo laboratorio si citavano allora "le diligentissime analisi quantitative" e gli autori del saggio opportunamente ricordano che il Bizio

fu un convinto divulgatore dell'applicazione della spettroscopia all'analisi chimica, appena lanciata da Kirchoff e Bunsen, e il primo ad importarla in Italia. Un altro personaggio di spicco nel panorama della chimica veneta, ricordato nel seminario, è Pietro Spica Mercataio, considerato il vero fondatore dell'Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica dell'Università di Padova. Il contributo di Nicolini ne tratteggia minuziosamente la figura e l'opera scientifica. Oltre ai casi già citati, a parte l'istruttivo racconto delle traversie collegate all'acquedotto di Padova (Roverato), le tecnologie chimiche trovano adeguato spazio nei contributi di Toninato (vetro muranese), Cappelleri (vite e vino), Polese (cere e saponi), Franzina (fertilizzanti) e Vergani (acido solforico). Quello che

emerge dai resoconti sulle varie attività è la netta separazione fra sapere accademico ed industriale, nonché il disinteresse dei chimici veneti nei confronti di alcuni importanti settori. Cappelleri ricorda che il contributo della chimica per il progresso della viticoltura nel Veneto fu, nell'800, quasi trascurabile essendo indirizzato di preferenza all'enologia. Lo stabilimento di Mira per la produzione delle candele sfruttava idee francesi e sperimentava internamente le innovazioni da introdurre nel processo produttivo. Che ciò fosse responsabilità degli universitari (un po' opportunisti), degli imprenditori (un po' incolti) o di entrambi, come si deduce dai documenti citati da Vergani, non ha importanza. D'altronde il Veneto non era un'eccezione e i politici facevano la loro parte nel creare un am-

biente sfavorevole alle innovazioni tecnico-produttive. Si ricorda che la prima impresa italiana per la produzione di soda con il metodo Leblanc, aperta a Torino nel 1848, dovette chiudere nel 1853 perché il governo sabauda non concedeva facilitazioni nell'approvvigionamento del sale comune. Tutto ciò ebbe prevedibili conseguenze e l'ingegner Parodi nella sua relazione del 1873 al Comitato d'Inchiesta Industriale non poteva che dichiarare: "L'Italia è finora tributaria di tutte le altre nazioni in fatto di prodotti chimici: le sue manifatture si limitano alla produzione di poca soda estratta dalle piante marine e qualche fabbrica di acido solforico". Quando si terrà un analogo seminario dedicato al '900 sapremo se le cose, nel frattempo, sono cambiate.

**Marco Taddia**

## Chimica e poesie

*Roberto Soldà*

### FOTONI X

*Vai cantando a tacite onde di venti  
l'età passata di porpora e d'argento,  
non t'importa che al tramonto si levi un lamento,  
che la luna inganni le stelle sorridenti?*

*Son gladi, giavellotti, fotoni X, non raggi  
quelli che il sole affocato ti lancia!  
Senz'auto, senza treno nè aereo, non viaggi.  
Non ali, non voli: invano apri le braccia.*

### SU GEMME D'IDROGENO

*Arsura in un interno  
di terra d'ombra bruciata.  
Su una ripa intricata  
papaveri e more selvatiche...  
su gemme d'idrogeno  
a spirali aleggia il vento,  
ancora inebria il profumo  
della candida madre selva.  
Intrepida una formica  
solitaria al nucleo s'aggrappa;  
rossi gli occhi dei fuochi,  
la fantasia assaltano  
nei bivacchi.*

## UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA

### E ora faccio la Cassandra!

Facciamoci quattro chiacchiere come se fossimo in un salotto con caffè e pasticcini in amichevole conversazione. Quasi inevitabilmente il discorso cadrà sui duri tempi che stiamo vivendo.

Ormai da anni si susseguono con una frequenza sospetta guerre etniche, terrorismo, dissesti dell'ambiente e crisi economiche; gli avvenimenti dell'undici settembre hanno in verità rappresentato l'acme di un processo che da tempo covava sotto le ceneri ma che cercavamo in ogni modo di esorcizzare.

A livello collettivo abbiamo tentato di allontanare l'inquietudine che cresceva dentro di noi, rifugiandoci nel consumismo, nell'individualismo e nell'egoismo, tanto che questi atteggiamenti sembravano diventati i motori della nostra vita.

Il ragionamento tuttavia non può essere invertito, non è sufficiente che dall'oggi al domani ci si metta a fare le giovani marmotte perché le cose cambino, nei tempi brevi servono azioni più incisive.

A questo punto, con aria di sopportazione e per pura gentilezza, mi potreste rivolgere due domande.

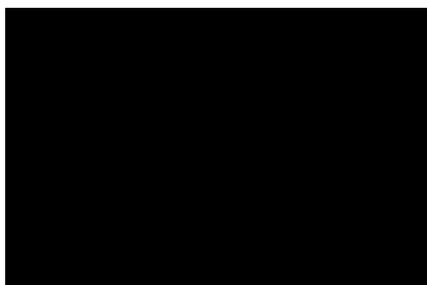
Nei tempi lunghi che cosa possiamo fare per ritrovare una pace ed una prosperità duratura? E soprattutto come può tutto questo riguardare la nostra associazione visto che la nostra conversazione si svolge in un salotto chiamato CnS?

Innanzitutto penso che sui tempi lunghi solamente sentimenti come il rispetto, la solidarietà, la fraternità e l'eguaglianza nella dignità possono sconfiggere e sradicare paranoie come la tracotanza, la violenza la pre-

varicazione e lo sfruttamento.

Ma la cultura, e la consapevolezza che ne deriva, è la madre dei sentimenti positivi e questo ben lo sanno gli integralisti, tanto è vero che a Mostar è stato demolito il ponte famoso, a Serajevo distrutta la biblioteca altrettanto famosa ed in Afganistan i talebani hanno prontamente provveduto a scacciare gli artisti ed a demolire i Budda di pietra.

A questo proposito riporto una frase di Fernanda Pivano che mi è stata ricordata da un caro amico e che trovo bellissima: "Sono i poeti che disfanò le guerre".



Un'associazione come la nostra (ente morale) è un luogo dove si perseguono fini culturali ma, se vogliamo, anche un clima di solidarietà, di rispetto e di attenzione reciproca. Non bisogna vergognarsi di dire queste cose e bisogna saper sfidare il rischio del ridicolo.

Un'associazione culturalmente e moralmente morta si appiattisce su in una prassi rituale, fatta di congressi e di incontri dove non c'è collaborazione, dove ognuno marcia per conto suo per ricavarne qualche vantaggio (di poco conto evidentemente) per se o per il proprio ristrettissimo gruppo. Al contrario lo scopo primario del nostro lavoro è di offrire conoscenza chimica ed educazione scientifica ai nostri giovani, è di proporre una ri-

flessione storica e filosofica sulla chimica che ci aiuti a ritrovare le radici morali profonde della nostra cultura. Viceversa a volte ho assistito a episodi di intolleranza, di arroccamento intransigente sulle proprie posizioni, atteggiamenti che spesso erano la risposta alla mancanza di attenzione e di ascolto da parte di altri: l'indifferenza e la mediterranea propensione agli accomodamenti non sono un buon terreno per la crescita culturale di una associazione.

Ormai avverto un distacco preoccupante tra i nostri iscritti, effettivi o potenziali, e l'associazione.

A questo punto ho un soprassalto, mi accorgo che il salotto lentamente si è svuotato, sto parlando da solo, rischio di divenire insofferente e litigioso come fanno di norma i vecchietti con le arterie in disordine, rischio di uscire dal seminato anzi di seminare scontento come talvolta in passato mi è successo.

Corro davanti ad uno specchio e mi impongo di moderarmi.

In realtà molti di noi hanno speso moltissimo per la vita della Divisione e questo clima inquieto e crepuscolare insieme che spinge a rifugiarsi nel proprio "piccolo mondo antico", è estremamente preoccupante.

Per tutte queste ragioni la mia chiacchierata è stata volutamente breve e la solita vignetta in segno di lutto è stata abbuata...ma non mi voglio arrendere e invito tutti gli iscritti che dissentono o acconsentono sulle cose che ho detto a scrivere alla rivista.

Noi della redazione pubblicheremo le vostre lettere dopo averle fatte oggetto della dovuta attenzione.

**Ermanno Niccoli**

**DALLA DIVISIONE**

## **LA RIFORMA MORATTI E LA CULTURA IN ITALIA**

Non meraviglia che da un paio d'anni a questa parte, si parli di progetti di riforma della scuola. Può meravigliare al contrario che si sia aspettato tanto. Infatti, le sole autentiche riforme scolastiche risalgono a lontani momenti storici di grande significato sociale come l'unificazione d'Italia (riforma Casati) e l'avvento del fascismo (riforma Gentile). Si dovette allora creare la nuova scuola di una nazione appena nata nel primo caso e adeguarla ad nuovo clima politico nel secondo. Da allora i provvedimenti per la scuola, che pur non sono mancati, non hanno avuto il carattere di riforma dichiarata. Si trattava di interventi parziali fortemente richiesti dal progresso della democratizzazione del Paese, non coordinati e usati più per sostenere e accontentare generiche spinte progressiste piuttosto che per introdurre nuovi disegni culturali. Non faceva parte di una riforma organica la trasformazione della scuola di élite in scuola di massa che si realizzò con la liberalizzazione delle iscrizioni all'Università e con l'assunzione in massa di nuovi docenti senza peraltro provvedere a un percorso specifico di preparazione all'insegnamento. E' ragionevole riconoscere che la proposta organica di riforma, concepita nella seconda metà degli anni novanta e parzialmente realizzata negli ultimi anni del decennio, era coerente con il profondo mutamento dell'atmosfera politica, dopo la caduta di quella che era chiamata "la prima repubblica" e che mirava ad un nuovo disegno di politica sociale e culturale. Ispirata da questa atmosfera, anche se non sostenuta da una forte politica di governo la riforma incompiuta si chiama ancor oggi riforma Berlinguer.

Riconoscendo la difficoltà di introdurre in una struttura tanto sclerotizzata e conservatrice, in ordi-

namenti obsoleti, si è scelto di fattorizzare i provvedimenti per risolverli con provvedimenti distinti ma in un unico quadro complessivo. Con provvedimenti separati si introdusse una forma di autonomia scolastica, si riformò l'esame di stato, si prolungò la durata della scuola dell'obbligo, si modificò la scansione dei cicli scolastici, si avviò, finalmente, con la scuola di specializzazione dei docenti delle scuole secondarie, la preparazione ad insegnare.

Mancavano d'altra parte, per le ben note difficoltà di bilancio, gli indispensabili stanziamenti per la scuola, i provvedimenti per ridare ai docenti lo status sociale da troppo tempo trascurato e la retribuzione che loro compete. Una non trascurabile parte della scuola non era disposta ad affrontare le difficoltà di un autentico ammodernamento della docenza, senza poter uscire dalla propria permanente declassazione sociale. La caduta del governo di centro - sinistra, che aveva pur indicato nuovi obiettivi culturali per la scuola, sostituito da un governo centro-destra ancora impreparato ad intervenire con un disegno diverso di riforma, ha determinato, per ora, il semplice blocco di quei punti della riforma Berlinguer ancora non realizzati. Nello stesso tempo d'altra parte esso si prepara a trasformare la scuola in uno strumento di attuazione di un diverso programma politico per il Paese. Iniziata con le critiche ad aspetti della riforma Berlinguer, la contro riforma Moratti trasforma in profondità la funzione della scuola adattandola ad un disegno mirato alla realizzazione di una società efficiente e meritocratica, mettendo ogni cittadino in grado di affrontare, secondo le sue possibilità e il prima possibile, compiti concreti nel mondo del lavoro.

Le linee guida di un tale programma sono apparse presto, con le dichiarazioni programmatiche del Ministro Moratti. Il Ministro le affidò subito a un piccolo gruppo di lavoro guidato dal prof. Bertagna E, nel frattempo, procedette a consultazioni con il metodo del "Forum" che consiste in uno scambio di opinioni sulla rete informatica aperto a tutti e sviluppato senza un ordine prefissato su una gran varietà di questioni. Da questo "Forum", naturalmente, non sono emerse indicazioni utili e precise. Il lavoro del gruppo di lavoro Bertagna è stato poi proposto come unica ipo-

tesi aperta alla discussione, ai cosiddetti Stati Generali. Essi dovevano permettere il confronto delle opinioni di quelli (pochi) che avessero letto le ottantuno pagine della relazione Bertagna. Si trattò in realtà di una serie di interventi preordinati, genericamente favorevoli alle linee programmatiche del Ministro. Ci si avvia così ad affrontare tutta la problematica di una riforma scolastica che è, allo stato, destinata a scontrarsi con una realtà già complessa nella quale già si presentano contrasti di decisiva importanza anche in sede politica nazionale, come la ripartizione delle competenze sugli ordinamenti scolastici fra Stato e Regioni, i finanziamenti alle scuole private, i percorsi di preparazione dei nuovi docenti.

Ma è la trama stessa del disegno politico ispiratore della riforma, che deve essere ben intesa perché si possano cogliere le profonde modifiche potrebbe portare alla evoluzione culturale del Paese e le conseguenze negative di queste, se non venissero in tempo corrette gravi carenze di prospettiva. La chiave di volta che regge l'edificio della riforma è la reintroduzione del principio della separazione di due percorsi formativi diversi che vengono chiamati "istruzione" e "formazione". La separazione di due "specie" di allievi avverrebbe a 14 anni di età, per selezione dei più adatti. L'"istruzione" sarebbe l'avvio di questi agli studi superiori, mentre i meno adatti sarebbero "formati" direttamente per il lavoro. Sembra il riconoscimento del presupposto che per il progresso bastano poche teste pensanti mentre la massa deve essere costituita da buoni consumatori. Questa massa di consumatori, necessariamente la maggioranza dei cittadini, senza capacità creative, potrebbe fare a meno di qualsiasi cultura accontentandosi di conoscenze pratiche per la vita di ogni giorno sotto la guida dei media e, per il lavoro subordinato, sotto la guida dei politici. La direzione del progresso sarebbe eventualmente fornita da coloro che usciranno dai licei, necessariamente una minoranza. Riecheggia la separazione fra la cultura classica e la cultura tecnica (neppure scientifica). Se questa prospettiva di una società divisa in classi culturalmente distinte e separate si realizzasse, le conseguenze sarebbero il degrado e la perdita definitiva della riconosciuta superiorità culturale del

nostro Paese. L'obiettivo di una riforma per l'evoluzione culturale significa invece il raggiungimento della massima possibile eguaglianza delle culture personali dei cittadini. E la cultura personale è quella di un cervello ben formato (alla Edgar Morin) nel quale le conoscenze, e non le ideologie, danno la capacità di giudizio critico e la responsabilità verso la comunità.

Dobbiamo renderci conto in tempo che vi è un ventaglio di conoscenze minime nei diversi rami del sapere che devono essere possedute da tutti i cittadini in una società che voglia essere insieme tecnologicamente avanzata e culturalmente matura ed evoluta. La necessità di compenetrazione fra le scienze della natura e le scienze dell'uomo è ormai una necessità insopprimibile della moderna cultura. Scienza ed etica sono insieme coinvolte nei grandi problemi e nelle scelte politiche decisive per un progresso tecnologico compatibile con la difesa dell'ambiente e con la ragionevole utilizzazione delle scoperte della biologia. Inseparabili sono le conoscenze minime scientifiche, storiche

e giuridiche da parte di chi deve scegliere consapevolmente la propria condotta civile e l'uso dei mezzi che la tecnologia ci mette a ritmo crescente a disposizione. E' una sfida al limite dell'assurdo pretendere di formare, nei licei, un uomo politico, una guida culturale, un imprenditore che non sappia riconoscere ciò che significano oggi i concetti fondanti di matematica di fisica, di chimica e di biologia nella conoscenza del mondo e nell'uso quotidiano delle tecnologie. E, d'altra parte, impartire solo capacità esecutive ai tecnici, senza un minimo di competenze scientifiche di base significa privarli dello spirito critico necessario per rendersi conto del significato del proprio lavoro e per esercitare in esso anche attività creativa. Una cultura personale equilibrata rappresenta potere nella comunità. Gli elementi per la sua formazione devono essere offerti a tutti allo stesso modo.

La cultura personale deve essere accessibile a tutti. Le eguali opportunità cessano nel momento in cui l'avvenire viene deciso a 14 anni da un discutibile giudizio sul rendimento scolastico.

Se la cultura è un potere essa si deve ripartire fra tutti e non identificarsi in una classe privilegiata. Allora la scuola diventa un servizio pubblico. Di fronte alla esponenziale e non limitabile espansione delle conoscenze e del potere incontrollabile dei nuovi mezzi di comunicazione, la scuola deve rappresentare il luogo della razionalizzazione del sapere. Questo compito esige, oggi, una continua riprogrammazione dei contenuti che, a sua volta impone una continua riformazione in servizio dei docenti. Questo ultimo compito deve impegnare in rapporti istituzionali e continuati la collaborazione fra docenti della scuola e l'Università, cioè il luogo nel quale si dibattono i valori universali e si discutono le nozioni scientifiche più avanzate. Dobbiamo tutti batterci perché questi principi irrinunciabili trovino la loro applicazione della riforma della nostra scuola.

#### Prof. Giacomo Costa

Dip. di Scienze Chimiche,

Università di Trieste

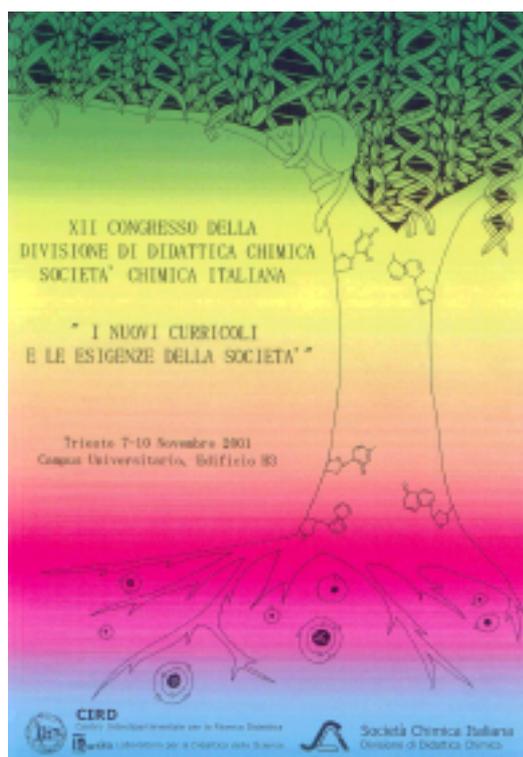
Via Giorgieri 1, 34127 Trieste, Italia

tel 0406763945 fax 0406763903

e-mail [costa@dsch.univ.trieste.it](mailto:costa@dsch.univ.trieste.it)

## Resoconto XII Congresso della Divisione

Il XII° Congresso della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana (SCI) "I nuovi curricoli e le esigenze della società" si è tenuto dal 7 al 10 Novembre 2001 a Trieste nella nuova Sala Congressi del Campus Universitario. Dopo i rituali saluti del Magnifico Rettore e del Sindaco, i lavori sono stati ovviamente dettati in buona parte dalla situazione problematica nella quale versa la scuola italiana con la riforma in atto, in particolare per quanto concerne la formazione scientifica. Una crisi delle vocazioni alle scienze naturali (fisica chimica e biologia) è infatti rivelata dal drammatico calo delle iscrizioni alle Facoltà Universitarie. La conferenza del Dott. Bruno Forte, Dirigente Regionale Scolastico, ha analizzato le esigenze da soddisfare e le difficoltà da superare per l'adeguamento della formazione scientifica nella



scuola di domani con riguardo anche ai compiti che verranno assegnati alle Università con la Scuola di Specializzazione, l'orientamento e il tutoraggio. Ciò richiederà, in sede locale, la collaborazione attiva fra gli Atenei di Trieste e di Udine. La Dott. Elisabetta Davoli, ispettrice del Ministero per l'Istruzione e l'Università ha prospettato con chiare argomentazioni, le indicazioni che emergono per la riforma della scuola in sede ministeriale e che verranno presentate entro l'anno alle associazioni disciplinari ed alla comunità delle scuole italiane. Anche in relazione a tale confronto, un'intera sessione del Congresso è stata dedicata appunto ai curricoli, con i contributi dei professori Aquilini, Carpignano, Massidda, Olmi, Pera, Riani, sui lavori che erano stati

avviati già contestualmente ai progetti della riforma Berlinguer. Ai temi generali della formazione scientifica si riferivano i contributi di Borsese e Valitutti. Nuove considerazioni e sollecitazioni su temi della storia ed epistemologia della chimica sono state offerte da Cerruti, Fiorentini, Ciardi, Roletto. Con la tavola rotonda attorno alla quale sedevano i Presidenti delle associazioni disciplinari della Fisica (AIF, Govoni; SCI, Costa; ANISN, Terreni), è stata prospettata la collaborazione fra le tre Associazioni per una evoluzione della didattica delle scienze con un' insegnamento integrato nella scuola di base. Si prevedono anche iniziative congiunte delle tre Associazioni da realizzare anche nella prossima fase della riforma. Si è discusso infatti con gli interventi di Villani, Carasso Mozzi, Dall'Antonia, dell'unitarietà della scienza e delle strategie per l'integrazione dei saperi.

L'insegnamento integrato delle tre scienze sperimentali sembra essere una via obbligata per la formazione scientifica nella scuola di base ed è una strategia importante anche per la preparazione dei giovani ad una più profonda consapevolezza della inseparabilità dei contributi della Chimica, della Fisica e delle Scienze Naturali sia alla conoscenza della natura che al progresso tecnologico. Il logo stesso del Congresso riporta con "l'albero delle scienze" una ingenua ma espressiva metafora dei rapporti fra queste tre discipline.

Sul piano operativo si collocano progetti avviati in Piemonte e Lombardia e in un prossimo futuro a Trieste con la collaborazione delle tre Associazioni. Si è dedicato spazio anche alle proposte ed esperienze di docenti nella sessione "la parola alle scuole" con interventi dei proff. Testoni, Maurizi, Ruberto e Malpezzi.

Il Congresso è stato ampiamente pubblicizzato con l'organizzazione di una conferenza stampa di presentazione di cui è stato riportato sul maggior quotidiano locale IL PICCOLO, con l'inserimento del programma completo sul sito del **Comune di Trieste** "<http://www.retecivica.trieste.it>" su quello di **Eureka** "<http://www.univ.trieste.it/eureka>"

"<http://www.univ.trieste.it/eureka>" e del **CIRD**

"<http://www.univ.trieste.it/cird>"

oltre che

della **Divisione di Didattica Chimica della SCI**, e con la spedizione di programmi ed inviti ad un indirizzario selezionato. Una rassegna di libri di testo è stata presentata dalla Casa Editrice Zanichelli e Edumond ed è stata poi commentata, in sede congressuale, dal Dott. Ferrari. E' stato proiettato un cortometraggio di orientamento e promozione didattica per studenti di scuole superiori realizzato da C.Tavagnacco, E.Alessio del Dipartimento di Scienze Chimiche con la collaborazione del Servizio Televisivo interdipartimentale dell'Università di Trieste. I lavori del Congresso sono stati seguiti attivamente da più di 130 docenti, provenienti da tutta Italia, fra scuole dell'obbligo, medie superiori e Supervisorio del tirocinio delle Scuole di Specializzazione, la cui ampia e qualificata partecipazione è stata facilitata da particolari condizioni di iscrizione e ospitalità grazie anche al generoso supporto dato dagli sponsor. Tutti i contributi saranno raccolti negli Atti del Congresso di prossima pubblicazione.

La Divisione di Didattica Chimica vuole in questa occasione segnalare alle altre Divisioni della SCI il rischio di una riduzione quantitativa e qualitativa dei laureati in chimica tale da compromettere il mantenimento di un adeguato livello della ricerca scientifica e nello stesso tempo richiamare l'attenzione sul continuo degrado dell'immagine della chimica. Il Congresso vuole perciò indicare alle altre Divisioni disciplinari della SCI la necessità di sostenere coralmemente l'attività della Divisione di Didattica sia per migliorare la preparazione di nuove giovani forze alla ricerca nei diversi settori della chimica sia per recuperare l'immagine ed il significato delle scienze chimiche.

#### **Prof. Giacomo Costa**

Dip. di Scienze Chimiche, Università di Trieste  
Via Giorgieri 1, 34127 Trieste, Italia  
tel 0406763945 fax 0406763903  
e-mail [costa@dsch.univ.trieste.it](mailto:costa@dsch.univ.trieste.it)

Generalmente "i panni sporchi si lavano in famiglia" come spesso capita ai chimici ma, il XII Congresso della Divisione di Didattica ci dà l'occasione per lavare "i panni puliti al di fuori della famiglia". Mi permetto di portare a conoscenza di quanti non erano presenti al Congresso una mia impressione (non consideratela come esternazione di chi ha partecipato quale componente del comitato organizzatore). Il successo del Congresso si misura a mio avviso considerando alcuni aspetti qualificanti:

**1.** La qualità delle comunicazioni scientifiche che sono state di buona e in molti casi di ottima caratura, sia per la presenza di oratori a tutti noti, che di giovani docenti che nella maggior parte dei casi si sono cimentati per la prima volta nella difficile arte oratoria superando le difficoltà di ordine emotivo.

**2.** Dal numero di partecipanti che per una sede come Trieste, non facile da raggiungere, è stato più che soddisfacente.

**3.** La presenza cospicua, dei partecipanti, a tutte le giornate del congresso è l'indice che sia gli argomenti trattati sia l'organizzazione è stata tale da richiedere la propria assidua presenza.

La cura e l'impegno profuso dal prof. Giacomo Costa, dal Direttivo della Divisione e dal Comitato Organizzatore hanno senza timore di smentita contribuito al successo del Congresso, la prova di ciò sono i numerosi mail di congratulazioni ricevuti dal sottoscritto.

L'augurio è che coloro che hanno partecipato al Congresso possano fare da portavoce presso i colleghi, stimolandoli a partecipare per il futuro a tutte le iniziative della Divisione di Didattica e della SCI e siano da stimolo anche per convincere i più titubanti ad associarsi alla nostra Divisione.

**Pasquale Fetto**

e-mail [fpcns@ciam.unibo.it](mailto:fpcns@ciam.unibo.it)

**DAL DIRETTIVO**

**SOCIETA' CHIMICA ITALIANA  
DIVISIONE DIDATTICA**

**Verbale della riunione del Consiglio  
Direttivo 8.11.2001**

Il giorno 8.11.2001, alle ore 18.00, nella Saletta annessa all'Aula Magna dell'edificio H3 dell'Università di Trieste, p.le Europa 1, Trieste, si è riunito il Direttivo della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana per discutere sul seguente ordine del giorno:

- 1) Prime iniziative di collaborazione fra le tre Associazioni (SCI, ANISN, AIF)
- 2) Contatti col Ministero dell'Istruzione
- 3) Realizzazione di un Consorzio per lo Sviluppo delle Scienze Chimiche
- 4) Progetto Trieste
- 5) Varie ed eventuali

Sono presenti alla riunione i componenti del Direttivo: Allevi, Aquilini, Carasso Mozzi, Carpignano, Cerruti, Costa, Dall'Antonia, Fetto, Massida, Riani.

Sono inoltre presenti Olmi e Pera invitati dal Presidente.

Presiede la riunione il Prof. Costa.

1) Per le prime attività in Piemonte, il Direttivo prende atto della disponibilità di Carpignano di collaborare all'organizzazione dell'iniziativa a nome della Divisione Didattica della SCI. Il Direttivo decide all'unanimità di dar mandato a Carpignano.

In Lombardia è in preparazione un'iniziativa in collaborazione con l'AIF. Il Direttivo decide all'unanimità di dar mandato ad Anastasia ed Allevi di collaborare a nome della Divisione Didattica della SCI.

Il Direttivo esprime la propria soddisfazione per una così rapida azione sinergica nel campo della didattica delle scienze di base integrate.

2) Il Presidente comunica che è stata fornita alla dott.ssa Davoli tutta la documentazione relativa alle attività espletate dalla Divisione Didattica negli ultimi tre anni. Questo in previ-

sione del promesso incontro ufficiale con la rappresentante ministeriale riguardo ai finanziamenti concernenti la formazione dei docenti. Il Direttivo ribadisce la necessità di continuare i rapporti anche con Cosentino che al momento è il responsabile dell'organizzazione della formazione dei docenti al Ministero

3) Il Direttivo delibera all'unanimità, di dar mandato a Pera di approfondire la fattibilità di un Consorzio o di una Fondazione per lo Sviluppo delle Scienze Chimiche, di cui dovrebbero far parte anche gli Ordini e le Industrie.

4) Riani fornisce un documento contenente quanto deliberato dai componenti del Progetto Trieste che riassume lo spirito, gli obiettivi e la scansione del progetto, Il documento verrà presentato alla SCI.

5) Nulla emerge da questo punto.

Esauriti tutti i punti all'ordine del giorno, la seduta si chiude alle ore 18.30.

Letto, approvato e sottoscritto

**Il Presidente**

**Prof. Giacomo Costa**

**Il Segretario Verbalizzante**

**Patrizia Dall'Antonia**

**INCONTRO CON IL PROF.**

**ROSARIO DRAGO**

**Consigliere del sottosegretario Aprea**

**ROMA 21-12 2001**

**Resoconto della prof. Eleonora  
Aquilini - Vice Presidente della  
Divisione di Didattica della SCI**

Io e i delegati delle associazioni (AIF e ANISN) abbiamo confermato la volontà di collaborazione per il progetto INDIRE e per la riforma della scuola. Abbiamo sottolineato il desiderio di partecipare come "soggetti" e non solo come strumenti d'appoggio, in quanto possiamo offrire competenza per metodi e contenuti nella formazione degli insegnanti, nella progettazione dei "piani di studio" della nuova scuola. Abbiamo chiesto il sostegno per il Portale delle scienze a

scuola.

Il prof. Drago ha esordito, stupendoci favorevolmente, dicendo che l'insegnamento delle scienze attualmente è come quello dell'italiano, deve cambiare e:

- 1) gli assi culturali della nuova scuola saranno: la lingua madre, una lingua straniera, la matematica e le scienze sperimentali;
- 2) nella scuola di base (fino a 14 anni) dovranno essere insegnati i FONDAMENTI delle scienze per tutti;
- 3) Ci dovranno essere laboratori in tutte le scuole: anche alle elementari e medie che attualmente non li hanno (comunque poche scuole hanno il laboratorio);

4) La scuola sarà divisa in bienni: a livello ministeriale verranno stabiliti gli obiettivi nazionali, i percorsi per raggiungerli saranno pensati dalle scuole. Qui possono avere un grosso ruolo le ASSOCIAZIONI;

5) L'orario delle singole discipline, l'organizzazione del lavoro scolastico, verrà deciso dalle scuole e dalle regioni (mi è sembrato che la devolution riguardi tutti gli ordini di scuola non solo la formazione professionale);

6) Agli insegnanti delle scuole e non agli universitari verrà affidata il corso post - diploma che sarà di due anni. Si potrà insegnarvi dopo concorso per titoli ed esami. Ciò permetterà una forma di progressione di carriera.

Noi delle associazioni, siamo sostanzialmente soddisfatti per l'incontro perché ci è sembrato che le nostre istanze siano state ascoltate con interesse. L'incontro per l'INDIRE sarà l'8 o il 9 gennaio.

Siamo perplessi riguardo al punto 5 in quanto non sappiamo in realtà cosa ci aspetta veramente. Inoltre questi fondamentali delle scienze a che livello devono essere studiati? Nelle nostre riunioni all'epoca dei "cicli di De Mauro" avevamo preparato documenti in cui si parlava di educazione scientifica. Forse il discorso dei fondamentali riguarda tutta la scuola preuniversitaria? Non credo.

Penso che dovremmo rimettere in moto le nostre commissioni curricoli e lavorare collaborando tutti insieme (le tre associazioni) per avere delle proposte da fare al MIUR.

**Eleonora Aquilini**

## Errata corrige

Ci scusiamo con i lettori, con l'amico Fabio Olmi e la prof.ssa Sandra Cavazzi per l'inconveniente presente nell'articolo: "Il laboratorio di Didattica...e la Didattica del Laboratorio...." pubblicato nel n. 4.

Di seguito riproduciamo le figure 2 e 3 nella forma corretta.

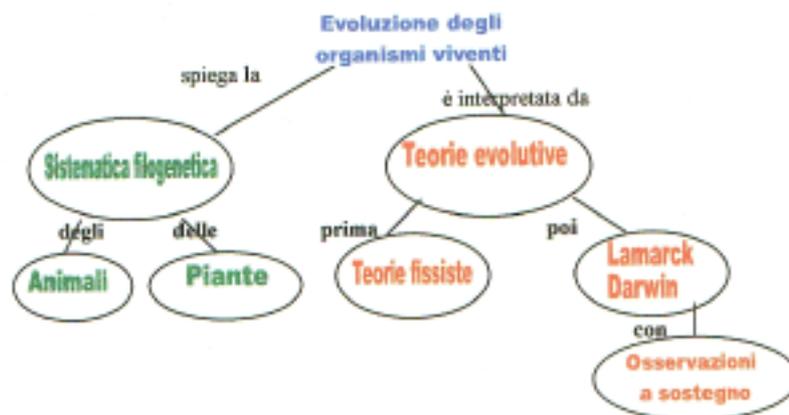


Fig. 2 Schema del modulo per il biennio

Fig. 3 Diagramma a V elaborato

### Perché è importante studiare l'ereditarietà?

**Versante teorico-concettuale**  
(teorie, costruito, concetti, visioni del mondo, principi, filosofia)

- Percorso storico (1)
- Fenotipo (2, 3, 4)
- Genotipo (4, 5, 6, 7, 8, 9)
- Ambiente (10, 11)
- Bioetica (12)

**Versante metodologico**  
(interpretazioni, generalizzazioni, fatti, spiegazioni, elaborazioni, risultati)

- 1) Coscienza della ereditarietà prima di Mendel (Teofrasto, Aristotele e esempi tratti dalla mitologia greca)
- 2) Raccolta di osservazioni su alcuni caratteri mendeliani
- 3) Analisi dei dati raccolti e delle loro frequenze nei nuclei familiari
- 4) Esperimenti di Mendel e sue conclusioni
- 5) Leggi sulla ereditarietà
- 6) Interpretazione, sulla base delle leggi mendeliane, dei risultati riportati nella tab. ottenuta nel punto 2
- \*7) OGM
- \*8) Clonazione
- \*9) Applicazioni biomediche
- \*10) Complessità dell'azione dell'ambiente sul fenotipo (es. gemelli omozigoti cresciuti in ambienti diversi)
- \*11) Effetti della manipolazione genetica sull'ambiente
- \*12) Vantaggi e rischi della manipolazione genetica

**Biodiversità**  
(nel biennio)  
**Biotecnologie**  
(nel triennio)  
(al centro dell'indagine)

N.B.: \*esclusivamente per il triennio

## ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

CnS si propone innanzitutto di essere un ausilio di ordine scientifico e professionale per i docenti della scuola. Essa si offre anche come luogo di confronto delle idee e delle esperienze fra docenti delle scuole di ogni ordine e grado e universitari, sono pertanto ben accetti quei contributi che:

- a) trattino e/o rivisitino temi scientifici importanti alla luce dei progressi sperimentali e teorici recenti;
- b) illustrino varie esperienze didattiche e di lavoro anche con il contributo attivo dei discenti;
- c) presentino proposte corrette ed efficaci su argomenti di difficile trattamento didattico;
- d) trattino innovazioni metodologiche, con particolare attenzione alle attività sperimentali nonché agli aspetti della valutazione.

Sono benvenute le lettere brevi che arricchiscano il dibattito o la riflessione sui temi della rivista. La rivista si articola in tre settori: divulgazione e aggiornamento, ricerca e rubriche.

Quest'ultimo settore comprende rubriche sia di informazioni sia scientifico-culturali: Giochi e Olimpiadi della Chimica e Ambiente ecc..

I testi devono essere inviati in triplice copia al direttore: Prof. Paolo Mironi, Dipartimento di Chimica, via Campi 183, 41100 Modena, oppure direttamente alla redazione di CnS, Dipartimento di Chimica "G.Ciamician", via Selmi 2, 40126 Bologna.

I testi di articoli di divulgazione e aggiornamento possono essere spediti direttamente, in triplice copia al responsabile del settore: Prof. Paolo Edgardo Todesco, Dipartimento di Chimica Organica, Facoltà di Chimica Industriale, viale Risorgimento 4, 40136 Bologna.

La redazione informerà il mittente dell'avvenuta ricezione del plico.

Gli articoli devono essere corredati di un riassunto esplicativo del contenuto in lingua italiana e in lingua inglese (massimo 600 battute, circa 10 righe). Chi avesse difficoltà a redigere il riassunto in inglese può inviarlo in italiano. Si suggerisce di strutturare gli articoli di ricerca secondo le consuetudini delle riviste scientifiche: introduzione, parte sperimentale, esposizione e discussione dei risultati ottenuti, conclusione.

Gli Autori dei lavori sono tenuti a non inviare ad altri organi di stampa testi il cui contenuto corrisponda del tutto o in parte a quelli inviati a CnS - La Chimica nella Scuola.

### TESTI

I testi devono essere trasmessi in tre copie, complete di tabelle e figure. Devono essere composti con sistema "word processing" (i sistemi accettati sono elencati al termine di queste istruzioni) con interlinea doppia, su cartelle di 60 battute per 30 righe (1800 battute).

Gli Autori, all'atto dell'accettazione do-

vranno inviare il testo definitivo su dischetto, in formato 3' 1/2 ad alta densità. In alternativa al dischetto il contributo può essere inviato alla redazione per via elettronica al seguente indirizzo:

fpcns@ciam.unibo.it

Gli articoli non devono superare le 20 cartelle (comprendenti di tabelle e formule) oltre la bibliografia.

In considerazione del limitato numero di pagine della rivista, qualora un articolo ecceda tale lunghezza la direzione si riserva di rifiutarlo o di chiederne un adeguamento accorciamento.

Le comunicazioni brevi devono essere limitate a 1200 parole, incluso lo spazio per eventuali tabelle.

Le lettere al direttore devono essere limitate, di norma, a 1200 parole e non possono contenere tabelle; per le stesse è prevista la pubblicazione entro un mese dall'accettazione.

La prima pagina del testo di un articolo deve contenere:

- il titolo, chiaramente esplicativo del contenuto del lavoro, che non deve superare le 50 battute (in caso contrario la redazione si riserva di modificarlo).

- Il nome (per esteso) e il cognome e l'istituzione di appartenenza di ciascun Autore.

I richiami bibliografici nel testo devono essere numerati progressivamente, con numeri arabi tra parentesi quadrate. La bibliografia va riportata in fondo al testo, nello stesso ordine, con le seguenti norme:

- lavori pubblicati su riviste: la bibliografia dev'essere essenziale e riportata solo se effettivamente consultata dall'Autore;

- libri, trattati, enciclopedie: iniziali e cognomi degli Autori seguiti da virgola, titolo dell'opera, con la sola prima iniziale maiuscola, segue la casa editrice, la sede principale di questa, l'anno di pubblicazione. Se la citazione fa riferimento ad una o poche pagine dell'opera, queste devono essere riportate in fondo alla citazione stessa;

- documenti senza Autore ma editi "a cura di": titolo dell'opera, seguito da "a cura di" tra parentesi tonde (se la bibliografia si riferisce ad un testo scritto in italiano) oppure da "Ed." tra parentesi tonde (se si riferisce a un testo in inglese); seguono la virgola e le altre indicazioni come sopra;

- le comunicazioni a congressi devono recare, nell'ordine: iniziali e cognomi degli Autori, seguiti dalla virgola, dall'indicazione del congresso nella lingua originale, luogo e data del medesimo, numero della comunicazione (o indicazione del numero della pagina iniziale se si citano gli Atti del congresso).

### Riportiamo alcuni esempi:

1)W.M. Jones, C.L. Ennis, J. Am Chem. Soc., 1969,91,6391.

2)A.J. Bard, L.R. Faulkner, Electrochemical methods, fundamentals and applications, Wiley, New York,1980.

3)M. Arai, K. Tomooka, M. Nakata, M. Kimoshita, 49th National Meeting of Chemical Society of Japan, Tokio, Apr. 1984.

### UNITA'DI MISURA, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

Le unità di misura devono essere quelle del

S.I.

I simboli devono essere quelli della IUPAC. E' ammesso il ricorso alle abbreviazioni e alle sigle generalmente note (IR, UV GC, NMR, ecc.). Sigle o abbreviazioni particolari devono essere esplicitate per esteso alla prima citazione. La nomenclatura deve essere quella della IUPAC, nella sequenza latina (es. carbonato di bario e non bario carbonato, idruo di litio alluminio e non litio alluminio idruo, me.); è tollerato il ricorso al nome tradizionale per i composti più comuni: acido acetico, acido oleico, anidride solforosa, glicerolo, ecc.

### FORMULE CHIMICHE E FORMULE MATEMATICHE

Le formule chimiche e matematiche dovranno preferibilmente essere realizzate in CHEMTEXT e fornite dagli Autori su dischetto salvate in EPS. Chi non disponesse di questo programma dovrà fornire le formule, sia chimiche che matematiche su carta utilizzando preferibilmente stampanti laser o a getto d'inchiostro. E' indispensabile che le formule siano contenute in un formato che abbia per base 90 mm. o solo eccezionalmente 180 mm. e che siano assolutamente omogenee tra loro per carattere e per corpo tipografico

### FIGURE

Le figure al tratto (grafici, schemi di apparecchi, di processi ed impianti ecc.) devono essere forniti su lucido e devono essere omogenee tra loro dal punto di vista del carattere utilizzato e dei corpi tipografici. Le immagini la cui base non superi gli 84 mm o, in caso di immagini la cui riproducibilità necessiti di un formato maggiore, 178 mm.

Qualora gli Autori dispongano di disegni realizzati con sistemi computergrafici sono invitati ad allegarli al testo indicando chiaramente il sistema impiegato. Si sconsiglia l'invio di spettri (IR, UV MS, ecc.) e tracciati GC, se non assolutamente indispensabili per la comprensione del testo.

Qualora il formato di una figura vada ridotto, i caratteri delle eventuali iscrizioni dovranno avere dimensioni tali da essere chiaramente leggibili anche dopo la riduzione.

Le figure dovranno essere numerate e recare una didascalia esplicativa. Gli Autori devono indicare in margine al testo le posizioni dove inserire le singole figure.

### TABELLE

Anche le tabelle devono essere numerate e recare una didascalia, e gli Autori ne indicheranno la posizione in margine al testo.

### SISTEMI DI WORD PROCESSING E IMMAGINI REALIZZATE CON L'AUSILIO DEL COMPUTER

I testi devono essere consegnati su dischetto scritti (o salvati) in formato Word per Windows 7.0 o versioni precedenti.

Le immagini in formato TIF, TIFF o EPS. Le stesse specifiche valgono per l'invio mediante E-mail

# CnS

**LA CHIMICA NELLA SCUOLA**

**GIORNALE DI DIDATTICA DELLA SOCIETÀ CHIMICA ITALIANA**

**ANNO XXIII, 2001**

**REDAZIONE**

**PAOLO MIRONE**, *Direttore responsabile*

**PASQUALE FETTO**, *Redattore*

**COMITATO DI REDAZIONE**

**LIBERATO CARDELLINI, GIACOMO COSTA** (Presidente della Divisione di Didattica della SCI),  
**PASQUALE FETTO, ERMANNO NICCOLI, RAFFAELE PENTIMALLI,**  
**PIERLUIGI RIANI, PAOLO EDGARDO TODESCO**

**COMITATO SCIENTIFICO**

**LUCA BENEDETTI, ALDO BORSESE, CARLO Busetto,**  
**RINALDO CERVELLATI, LUIGI CERRUTI, FRANCO FRABBONI,**  
**GIANNI MICHELON, EZIO ROLETTO, EUGENIO TORRACCA**

# INDICE ANNUALE

## C<sup>n</sup>S

LA CHIMICA NELLA SCUOLA

ANNO XXIII, 2001

Gennaio-Febbraio	1 - 36
Marzo-Aprile	37 - 76
Maggio-Giugno	77 - 108
Settembre-Ottobre	109 - 144
Novembre-Dicembre	145 - 180

L'indice annuale di CnS-La Chimica nella Scuola si divide in due parti: l'indice per Autori e l'indice per Sezioni e Rubriche. Nell'indice per Autori è riportato sotto il nome del primo autore il titolo del lavoro, il fascicolo, la pagina e sono forniti i rinvii per gli altri autori dello stesso articolo. Il secondo indice riporta sotto il nome di ciascuna Sezione o Rubrica titolo, fascicolo, pagina e autore dei corrispondenti articoli.

## INDICE PER AUTORI

### A

**Anastasia Mario.** Giochi e Olimpiadi della Chimica 2001. **4**, 135

**Aquilini Eleonora.** Quale concetto di acido e base nella parte terminale dell'obbligo scolastico? **3**, 96

**Aquilini Eleonora.** Incontro con il prof. Rosario Drago. **5**, 178. *Resoconto*

### B

**Baraldi Ivan.** Riflessioni su isomeria, simmetria e chimica quantistica. Il caso del dicloroetilene. **4**, 111

**Benedetti Luca** - vedi **Mirone Paolo**

**Bentivenga Giovanni, D'Auria Maurizio.** Degradazione della lignina con ossigeno singoletto. **2**, 59

**Bosco Paola, Ezio Roletto,** Attività di modellizzazione nell'ambito della chimica di base. Alcune riflessioni su un'esperienza di innovazione didattica. **1**, 10

**Branca Mario, Quidacciolu Rossana.** Misura del passo di un reticolo di riflessione: Un esperimento semplice ed economico che utilizza un laser pointer e un CD. **3**, 102

### C

**Cardellini Liberato.** Una intervista con Richard M. Felder. **1**, 17

**Cardellini Liberato.** "A Question of Chemistry: Creative Problem for Critical Thinkers" di John Garratt, Tina Overton, Terry Threlfall, **2**, 58, *Recensione*

**Cardellini Liberato.** Come risolvere i problemi sugli equilibri ionici. **3**, 84

**Cardellini Liberato.** I corsi di aggiornamento all'Università di Ancona. **4**, 141

**CnS** - La Chimica nella Scuola

**Cardellini Liberato.** Intervista a Dorothy L. Gabel. **5**, 165

**Carpignano Rosarina,** - vedi **Pera Tiziano**

**Carpignano Rosarina,** - vedi **Lanfranco Daniela**

**Cerruti Luigi,** - vedi **Turco Francesca,**

**Cervellati Rinaldo,** - vedi **Soldà Roberto**

**Colell Henrik, Cook Brian.** Celle a combustibile: energia per il futuro. **1**, 5

**Cook Brian,** - vedi **Colell Henrik**

**Costa Giacomo.** La riforma Moratti e la cultura Italiana. **5**, 175

**Costa Giacomo.** XII Congresso della Divisione. **5**, 176. *Resoconto*

**Crescenzi Manuela, Mancini Manuela, Torracca Eugenio.** Che tipo di esperimenti ci sono nei libri di testo di Chimica? **4**, 121

### D

**Dall'Antonia Patrizia.**

**D'Auria Maurizio,** - vedi **Bentivenga Giovanni**

**Debegnach Michele.** Gli studenti fanno divulgazione - Dalla coltivazione dei cristalli a una mostra aperta al pubblico. **2**, 64

**Di Lorenzo Bartolomeo,** - vedi **Soldà Roberto**

**Doldi Sandro.** Le origini dei processi di clorazione delle acque. **3**, 79

**Doldi Sandro.** San Giuseppe Moscati Professore di Chimica Fisiologica. **5**, 163

### F

**Fetto Pasquale.** XII Congresso della Divisione, breve commento. **5**, 177

## G

**Gavazzi Sandra** - vedi **Olmi Fabio**

## L

**Lanfranco Daniela**, - vedi **Pera Tiziano**

**Lanza Pietro**. pH, costante di dissociazione e prodotto ionico dell'acqua. Che ne sappiamo? **1**, 24

**Lanza Pietro**. "STECHIO & LAB-Le basi dell'analisi chimica. I. Stechiometria; II. Principi e metodologie di Carmine Rubino, Italo Venzaghi, Renato Cozzi. **4**, 138 *Recensione*

**Linda Alberto** - vedi **Soldà Roberto**.

## M

**Manassero Giovanna**, - vedi **Pera Tiziano**

**Manassero Giovanna**, - vedi **Lanfranco Daniela**

**Mancini Manuela**, - vedi **Crescenzi Manuela**.

**Mercato Livia** - vedi **Soldà Roberto**.

**Mercato Livia** - vedi **Soldà Roberto**.

**Mirone Paolo**. Contrastare in classe le concezioni difformi. Un'iniziativa della Royal Society of Chemistry. **1**, 3

**Mirone Paolo**. Le tre piaghe dei documenti. **2**, 37 - *Editoriale*

**Mirone Paolo**. CnS in cifre. **5**, 145 - *Editoriale*

**Mirone Paolo, Benedetti Luca**. Apprendimento significativo della termodinamica, un tentativo di valutazione. **5**, 153

**Lanfranco Daniela, Pera Tiziano, Manassero Giovanna, Carpignano Rosarina**. Esperienze di Peer Education per orientare al piacere della chimica. **5**, 157

**Montale**. I versi di Montale. **4**, 134

**Morelli Ivano**. Acido betulino e sua importanza come antitumorale. **2**, 70

## N

**Niccoli Ermanno**. Metafora del puzzle e del vascello fantasma. **1**, 31

**Niccoli Ermanno**. L'orientamento e il pifferaio. **2**, 75

**Niccoli Ermanno**. La scoperta di un nuovo dialetto: il ministerial-pedagogese. **3**, 104

**Niccoli Ermanno**. Ed ecco che rispunta ... Piaget. **4**, 142

**Niccoli Ermanno**. E ora faccio la Cassandra!. **5**, 174

## O

**Olmi Fabio**. Le morme per la progettazione dei curricoli ovvero...del "principio di indeterminatezza". **1**, 1 - *Editoriale*

**Olmi Fabio, Gavazzi Sandra**. Il laboratorio di didattica...e la didattica del laboratorio. L'esperienza dell'indirizzo di Scienze Naturali della sede di Firenze della SSIS Toscana. **4**, 128

## P

**Pentimalli Raffaele**. Le pile a combustibile: una storia genovese. **3**, 100

**Pera Tiziano, Carpignano Rosarina, Lanfranco Daniela, Manassero Giovanna**. La Chimica, l'Area di Progetto e gli Indicatori di Qualità. **3**, 90

**Pera Tiziano**, - vedi **Lanfranco Daniela**

## Q

**Quidaccioli Rossana**, - vedi **Branca Mario**.

## R

**Roletto Ezio**, - vedi **Bosco Paola**

## S

**Santoro Michele**. Inquinamento da nanopolveri. **2**, 52

**Soldà Roberto, Cervellati Rinaldo**. Cinetica della solvolisi di alogenuri alchilici seguita come 'Clock reaction'. **1**, 26

**Soldà Roberto, Mercato Livia, Linda Alberto**. L'elettrolisi e la chimica organica. **2**, 72

**Soldà Roberto**. I versi di Roberto Soldà. **2**, 40

**Soldà Roberto, Mercato Livia, Di Lorenzo Bartolomeo**. Esperimenti sulla radioattività ed introduzione alla legge esponenziale del decadimento radioattivo. **5**, 169

## T

**Taddia Marco** "Scientific Integrity" di Francis L. Macrina, **3**, 101, *Recensione*

**Taddia Marco** "ACQUAARIA TERRAE FUOCO - Storia della Chimica dagli Albori a Lavoisier". di Francesco Cardone, **3**, 106, *Recensione*

**Taddia Marco** "Molecole- La chimica oggi: filosofia, storia e ricerca avanzata" a cura di Giovanni Villani, **4**, 140, *Recensione*

**Taddia Marco** "La chimica e le tecnologie chimiche nel Veneto dell'ottocento" a cura di Angelo Bassani, **5**, 164, *Recensione*

**Todesco Paolo Edgardo**. I versi di Paolo Edgardo Todesco. **3**, 108

**Todesco Paolo Edgardo**. Anno nuovo... **4**, 109 - *Editoriale*

**Torracca Eugenio**, - vedi **Crescenzi Manuela**.

**Turco Francesca, Cerruti Luigi**. Marie Curie, nata Marya Skłodowska. L'immagine virtuale - III parte. **2**, 41

## V

**Villani Giovanni**. Trasformazione della materia secondo la chimica: la reattività. **5**, 147

## Z

**Zingales Armando**. Chi sa fa... e chi non sa, insegna. **3**, 77 - *Editoriale*

## INDICE

### PER SEZIONI E RUBRICHE

#### EDITORIALI

Le norme per la progettazione dei curricoli ovvero...del "principio di indeterminatezza". **1**, 1 di **Fabio Olmi**

Le tre piaghe dei documenti. **2**, 37 di **Paolo Mirone**

Chi sa fa... e chi non sa, insegna. **3**, 77 di **Armando Zingales**

Anno nuovo... **4**, 109 di **Paolo Edgardo Todesco**

CnS in cifre. **5**, 145 di **Paolo Mirone**

#### DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

Contrastare in classe le concezioni difformi. Un'iniziativa della Royal Society of Chemistry. **1**, 3 di **Paolo Mirone**

Celle a combustibile: energia per il futuro. **1**, 5 di **Henrik Colell, Brian Cook**

Contrastare in classe le concezioni difformi. Un'iniziativa della Royal Society of Chemistry. **2**, 39  
Marie Curie, nata Marya Sklodowska. L'immagine virtuale - III parte. **2**, 41 di **Francesca Turco, Luigi Cerruti**  
Inquinamento da nanopolveri. **2**, 52 di **Michele Santoro**  
Le origini dei processi di clorazione delle acque. **3**, 79 di **Sandro Doldi**  
Come risolvere i problemi sugli equilibri ionici. **3**, 84 di **Liberato Cardellini**  
La Chimica, l'Area di Progetto e gli Indicatori di Qualità. **3**, 90 di **Tiziano Pera, Rosarina Carpignano, Daniela Lanfranco, Giovanna Manassero**  
Riflessioni su isomeria, simmetria e chimica quantistica. Il caso del dicloroetilene. **4**, 111 di **Ivan Baraldi**

## ESPERIENZE E RICERCHE

Attività di modellizzazione nell'ambito della chimica di base. Alcune riflessioni su un'esperienza di innovazione didattica. **1**, 10 di **Paola Bosco, Ezio Roletto**  
Degradazione della lignina con ossigeno singoletto. **2**, 59 di **Giovanni Bentivenga, Maurizio D'Auria**  
Gli studenti fanno divulgazione - Dalla coltivazione dei cristalli a una mostra aperta al pubblico. **2**, 64 di **Michele Debegnach**  
Quale concetto di acido e base nella parte terminale dell'obbligo scolastico? **3**, 96 di **Eleonora Aquilini**  
Che tipo di esperimenti ci sono nei libri di testo di Chimica? **4**, 121 di **Manuela Crescenzi, Manuela Mancini, Eugenio Torracca**  
Il laboratorio di didattica...e la didattica del laboratorio. L'esperienza dell'indirizzo di Scienze Naturali della sede di Firenzeda SSIS Toscana. **4**, 128 di **Fabio Olmi, Sandra Gavazzi**  
Apprendimento significativo della termodinamica, un tentativo di valutazione. **5**, 153 di **Paolo Mirone, Luca Benedetto**  
Esperienze di Peer Education per orientare al piacere della chimica. **5**, 157 di **Daniela Lanfranco, Tiziano Pera, Giovanna Manassero, Rosarina Carpignano**

## PAROLE CHIAVE

Trasformazione della materia secondo la chimica. **5**, 147 di **Giovanni Villani**

## HIGHLIGHTS

Una intervista con Richard M. Felder. **1**, 17 di **Liberato Cardellini**  
Intervista a Dorothy L. Gabel. **5**, 165 di **Liberato Cardellini**

## COMUNICAZIONI BREVI

pH, costante di dissociazione e prodotto ionico dell'acqua. Che ne sappiamo? **1**, 24 di **Pietro Lanza**  
Acido betulino e sua importanza come antitumorale. **2**, 70 di **Ivano Morelli**  
Le pile a combustibile: una storia genovese. **3**, 100 di **Raffaele Pentimalli**  
San Giuseppe Moscati Professore di Chimica Fisiologica. **5**, 163 di **Sandro Doldi**

## LABORATORIO E DINTORNI

Cinetica della solvolisi di alogenuri alchilici seguita come

'Clock reaction'. **1**, 26 di **Roberto Soldà, Rinaldo Cervellati**  
L'elettrolisi e la chimica organica. **2**, 72 di **Roberto Soldà, Livia Mercato, Alberto Linda**  
Misura del passo di un reticolo di riflessione: Un esperimento semplice ed economico che utilizza un laser pointer e un CD. **3**, 102 di **Mario Branca, Rossana Quidacciolo**  
Esperimenti sulla radioattività ed introduzione alla legge esponenziale del decadimento radioattivo. **5**, 169 di **Roberto Soldà, Livia Mercato Bartolomeo Di Lorenzo**

## GIOCHI DELLA CHIMICA

Giochi e Olimpiadi della Chimica 2001. **4**, 135 di **Mario Anastasia**

## UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA

Metafora del puzzle e del vascello fantasma. **1**, 31 di **Ermanno Niccoli**  
L'orientamento e il pifferaio. **2**, 75 di **Ermanno Niccoli**  
La scoperta di un nuovo dialetto: il ministerialpedagogese. **3**, 104 di **Ermanno Niccoli**  
Ed ecco che rispunta ... Piaget. **4**, 142 di **Ermanno Niccoli**  
E ora faccio la Cassandra!. **5**, 174 di **Ermanno Niccoli**

## ASSOCIAZIONI DISCIPLINARI

L'area scientifica: evoluzione della ricerca didattica in ambito scientifico e quadro generale del curriculum di Scienze

## CHIMICA E POESIE

I versi degli studenti dell'ITCG "Oriani" di Faenza. **1**, 36  
I versi di Roberto Soldà. **2**, 40  
I versi di Paolo Edgardo Todesco. **3**, 108  
I versi di Montale. **4**, 134

## DALLA DIVISIONE

Risultati delle Elezioni per il Direttivo (triennio 2001-2003). **1**, 9

## RECENSIONI

"A Question of Chemistry: Creative Problem for Critical Thinkers" di John Garratt, Tina Overton, Terry Threlfall, **2**, 58, recensito da **Liberato Cardellini**  
"Scientific Integrity" di Francis L. Macrina, **3**, 101, recensito da **Marco Taddia**  
"ACQUA ARIA TERRA E FUOCO - Storia della Chimica dagli Albori a Lavoisier". di Francesco Cardone, **3**, 106, recensito da **Marco Taddia**  
"STECHIO & LAB-Le basi dell'analisi chimica. I. Stechiometria; II. Principi e metodologie di Carmine Rubino, Italo Venzaghi, Renato Cozzi. **4**, 138 recensito da **Pietro Lanza**  
"Molecole- La chimica oggi: filosofia, storia e ricerca avanzata" a cura di Giovanni Villani, **4**, 140, recensito da **Marco Taddia**  
"La chimica e le tecnologie chimiche nel Veneto dell'ottocento" a cura di Angelo Bassani, **5**, 164, recensito da **Marco Taddia**

## NOTIZIE

I corsi di aggiornamento all'Università di Ancona. **4**, 141 di **Liberato Cardellini**

## ISTRUZIONE PER GLI AUTORI **5**, 180