

Giornale di Didattica della Società Chimica Italiana

Cns

LA CHIMICA NELLA SCUOLA



ITSC "Vivante" - Bari

**QUALE FUTURO
PER I CHIMICI
NELL'INSEGNAMENTO**

**DIDATTICA CHIMICA
XI CONGRESSO**

**ORBITALI
CON SVISTA**

**GIOCHI DELLA
CHIMICA
IL CALENDARIO**



Società Chimica Italiana

Anno XXII
Gennaio - Febbraio 2000

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: fpns@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, Luigi Cerruti (*Presidente della Divisione di Didattica*), Franco Frabboni, Manlio Guardo, Gianni Michelin, 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 L. 90.000 € e 50 - Estero L. 110.000 € 62
Fascicoli separati Italia L. 20.000 € 12
Fascicoli separati Estero L. 25.000 € 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

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

SOMMARIO

EDITORIALE

C'è un futuro per i chimici nell'insegnamento? **1**
di *Livia Mascitelli*

DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

Didattica e studio critico **3**
di *Pietro Lanza*

Orbitali con svista **6**
di *Paolo Mirone*

ESPERIENZE E RICERCHE

Il test sull'associazione di parole nelle scienze **9**
di *Liberato Cardellini, Alex H. Johnstone*

L'energia in chimica - Un percorso didattico
per il biennio delle superiori **17**
di *G. Sciolla, M. Spezziga*

PROBLEM SOLVING FORUM

Calcoli stechiometrici **20**

LABORATORIO E DINTORNI

Effetto di sostanze sottrattrici di radicali liberi sulla
reazione di Briggs - Rauscher **22**
di *Rinaldo Cervellati, Pasquale Fetto*

RUBRICHE

UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA

Pensieri in ordine sparso **29**

ATTIVITA' DELLA DIVISIONE

Edichem '99 - XI Congresso della Divisione **19**

NOTIZIE

Giochi della chimica - il calendario **2**

CONVEGNI

S.C.I. 2000 **8**

DALLA REDAZIONE

8

LETTERE

31

FEDERCHIMICA

IV cop.

C'E' UN FUTURO PER I CHIMICI NELL'INSEGNAMENTO?

I prossimi corsi/concorso avranno come effetto, alla loro conclusione, di annullare quanto abbiamo ottenuto dal D.M.151/96. Supponendo che tutti quelli iscritti nella graduatoria della classe di concorso 13A- Chimica e tecnologie chimiche abbiano fatto domanda per accedere ai corsi/concorso abilitanti per questa e ipotizzando che il 50% possa ottenere tale abilitazione la futura graduatoria permanente conterrebbe:

1. "Laureati in altro" abilitati in una delle classi di concorso accorpate: in quanto avrebbero acquisito la corrispondenza tra abilitazione e insegnamenti da impartire (non sarebbe più limitato per loro l'insegnamento della chimica negli istituti d'arte) e vedrebbero così estesa la loro abilitazione per tutto quanto afferente alla classe di concorso 13A. Non è ancora chiaro ma probabilmente avrebbero la precedenza nelle future graduatorie permanenti in quanto "abilitati" in concorsi antecedenti e inoltre forse usufruirebbero di ben 30 punti in più legati alla valutazione dell'abilitazione, punteggio che, ad oggi, non compete a tutti coloro che la conseguiranno con il concorso "riservato". Anche se la loro preparazione chimica non gli permettesse di raggiungere valutazioni eccelse nell'esame abilitante tra il valore minimo e quello massimo c'è una differenza di 12 punti ben facilmente riassorbibili dai 30 e dalla precedenza assoluta di abilitazione conseguita anteriormente il 1999.
2. "Laureati in altro" non abilitati che con il conseguimento dell'abilitazione si trasformerebbero in "laureati con titolo valido" (con 100 ore di corso di cui solo 40 dedicate allo specifico indirizzo saranno equiparati ai laureati in chimica, chimica industriale, ingegneria chimica, chimica e tecnologia farmaceutiche);
3. Laureati con titolo idoneo (laureati in chimica, chimica industriale, ingegneria chimica, chimica e tecnologia farmaceutiche).

La graduatoria permanente, della quale faranno par-

te solo gli abilitati, sarà quella dalla quale attingere, nel prossimo futuro, per l'assunzione a tempo indeterminato del 50% dei docenti (l'altro 50% per concorso) e a seguire quella a cui faranno riferimento Provveditori e Presidi per le assunzioni a tempo determinato (Legge 3/5/1999 n°124 : G.U.n°107 del 10/5/99).

Tutti noi conosciamo la nostra posizione nella attuale graduatoria provinciale e sappiamo bene che il rapporto laureati con titolo idoneo e "laureati in altro" varia da 1 su 20 a 1 su 30 (nella provincia di Roma nella graduatoria dei non abilitati il primo "chimico" è al posto n°27). La possibilità di un esito più favorevole per noi della valutazione dell'esame "abilitante" non deve farci credere che potrà modificare di molto in futuro la nostra posizione in graduatoria (ripeto tra il valore minimo e quello massimo del risultato dell'esame c'è una differenza di 12 punti cioè quanto corrisponde ad un anno di insegnamento e se nella attuale graduatoria "laureati in altro" ci precedono è perché hanno probabilmente prestato servizio per un periodo più lungo del nostro). Inoltre c'è da aggiungere che la C.M.215 dell'8/09/99 al punto n°3 "Valutazione del servizio" recita: "Ai docenti non abilitati di cui all'art.5 del D.M. n.39/1998 che, nonostante la mancanza del titolo di studio, possono partecipare, una volta soltanto, alla procedura abilitante, viene valutato il servizio prestato ai fini del conseguimento dell'abilitazione per la classe di concorso accorpata nel nuovo ordinamento".

La conseguenza pratica di quanto sopra è che l'insegnamento della chimica sarebbe quasi del tutto affidato a professionalità che solo sommariamente o in alcuni casi nulla conoscono della materia.

Quando nei primi mesi del 1995 cominciarono a manifestarsi gli effetti del D.M.334/94 solo pochi colleghi ne capirono le conseguenze, ciò nonostante si riuscì ad ottenere in prima istanza l'O.M.341/95 e poi il D.M.151/96. L'Amministrazione nell'emanare la O.M.341 del 31/10/95 usava le se-

guenti affermazioni : “..... considerato che è necessario ed indifferibiledettare disposizioni atte a garantire...una efficace prestazione del servizio, al fine di salvaguardare e la professionalità dei docenti, e la qualità dell’insegnamento impartito agli allievi....; considerata la conseguente necessità ed urgenza di evitare l’assunzione di supplenti forniti di titolo di studio non sufficientemente correlato agli insegnamenti da impartirsi”; le ribadiva nel D.M.151/96; infine le annullava a partire dall’espletamento dei corsi e/o concorsi abilitanti con il D.M.231/97.

Il futuro che sto descrivendo è conseguenza del D.M.231/97.

Il D.M.151/96 ha parzialmente “protetto”, fino all’attuale anno scolastico, e la nostra professionalità e il diritto degli studenti di correlarsi ad insegnanti competenti.

Ciò che si verificherà a partire dall’anno scolastico 2000/01 è che solo una bassissima percentuale di studenti che frequenterà gli istituti di istruzione secondaria superiore avrà per gli insegnamenti di chi-

mica docenti qualificati.

Le vie amministrative di opposizione a questo sono state tutte espletate, i tempi della definitiva sentenza del Consiglio di Stato sono indefinibili.

Forse sarebbe il caso di ricominciare a coinvolgere tutti i “chimici” docenti a qualsiasi livello perché almeno come obiettivo minimo ci si proponga la riaffermazione della precedenza dei laureati “chimici abilitati” sui “laureati in altro abilitati” ad impartire insegnamenti chimici.

Non ho idee su come ottenere anche questo minimo obiettivo, sarebbe sufficiente intanto diffondere queste notizie e rendere partecipi quanti più docenti del nostro probabile futuro di non docenti. Cerchiamo di comprendere almeno questa volta che il problema investe tutti i colleghi assunti a tempo determinato e/o indeterminato così come quanti insegnano nelle varie università : quali sono le prospettive di mantenere l’attuale livello degli iscritti ai corsi di laurea in materie chimiche se tale insegnamenti saranno mal conosciuti dalla maggior parte degli studenti?

GIOCHI DELLA CHIMICA 2000



Il calendario



Finali regionali	6 maggio ore 10.00
Premiazioni	13 maggio sedi
Finali nazionali	25 maggio Frascati
Selezioni per ICnO	26 maggio Frascati
Allenamento	26 giugno - 1 luglio
Olimpiadi	2 - 11 luglio Copenaghen

DIDATTICA E STUDIO CRITICO

Riassunto

Si mette in evidenza l'importanza di stimolare il senso critico degli studenti nello svolgimento dell'attività didattica. A tale scopo si discutono esempi, tratti da comuni esercitazioni di calcolo, particolarmente soggetti a suscitare dubbi o errate interpretazioni.

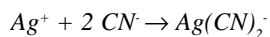
Abstract

The opportunity for stimulating the students' critical sense during the didactic activity is emphasized. For this purpose, some examples from usual didactic problems, particularly suitable for arousing doubts or misinterpretations are, discussed.

Nella nostra quotidiana attività didattica ci si propone, giustamente, di sviluppare negli studenti un atteggiamento critico nell'affrontare lo studio. Studio critico significa, in pratica, continuare a chiedersi il perché e trovare ogni volta accettabili risposte. La guida e le continue sollecitazioni del docente col proporre i 'perché?' durante i contatti con gli studenti, fino a produrre in essi una abitudine mentale, potrebbe essere, a mio parere, un efficace strumento. Momenti particolarmente adatti per attuare questi buoni propositi sono i corsi di esercitazione sia teorici che pratici.

Fra gli innumerevoli possibili esempi, si consideri l'utilizzazione del seguente tipico esercizio per studenti di chimica nei corsi propedeutici di chimica generale o di chimica analitica:

Ad una soluzione 1,0 M di KCN si aggiunga una piccola quantità di AgNO_3 in modo da formare il complesso



PIETRO LANZA^(*)

Un elettrodo di argento immerso nella soluzione così ottenuta assume un potenziale di -0,605 V rispetto all'elettrodo standard a idrogeno. Applicando la legge di Nernst, calcolare la concentrazione di Ag^+ libero, cioè non complessato con CN^- , presente nella soluzione.

Come gli è stato insegnato, lo studente applica l'equazione di Nernst nella forma usuale

$$E = E^\circ + 0,059 \log[\text{Ag}^+]$$

e ottiene:

$$\begin{aligned} \log[\text{Ag}^+] &= \\ &= (-0,605 - 0,799)/0,059 = -23,796. \end{aligned}$$

Da cui

$$[\text{Ag}^+] = 1,60 \cdot 10^{-24} \text{ M}$$

A questo punto lo studente controlla il risultato e, se lo trova coincidente con quello riportato alla fine del libro, è tutto soddisfatto. Non si pone nemmeno la domanda se abbia un senso il valore trovato, né mi risulta che i docenti siano in genere molto propensi a sollecitare riflessioni in merito.

In realtà l'esercitazione al senso critico può cominciare già a questo punto. Il problema proposto, tuttavia, può prestarsi a non poche altre considerazioni. Ci si potrebbe chiedere, fra l'altro:

1. Che significa una concentrazione

$$[\text{Ag}^+] = 1,60 \cdot 10^{-24} \text{ M} ?$$

Generalmente gli studenti non si lasciano facilmente impressionare dagli esponenti, grandi o piccoli che siano, ma pensiamo un po': che significa una concentrazione del genere?

Essa equivale a g 107,87 di Ag^+ presenti in un volume di $6,25 \cdot 10^{23}$ L. (Per

avere, se possibile, qualche idea sull'entità di questa grandezza, si ricordi che il volume della Terra è $1,083 \cdot 10^{24}$ L.) La soluzione in questione conterrebbe, letteralmente, 1 ione Ag^+ in circa 1 litro (esattamente 0,963 litri)!

2. L'equazione di Nernst nella forma su riportata è sempre applicabile direttamente per calcolare concentrazioni?

3. Cosa intende il testo del problema per ione libero ?

4. Che significato ha il potenziale dell'elettrodo di argento in una soluzione in cui lo ione Ag^+ è praticamente assente?

5. Cosa misura l'elettrodo nelle condizioni del problema?

Generalmente lo studente medio dei corsi propedeutici, qualora si ponesse tali quesiti, il che succede di rado senza la sollecitazione del docente, non sarebbe in grado di trovare risposte soddisfacenti e ciò mette in evidenza una situazione didattica carente: si deve riconoscere che assai spesso i problemi sono, per alcuni aspetti, formulati poco correttamente, e, soprattutto, sono assegnati senza accertarsi che allo studente siano state date le nozioni necessarie per risolverli col dovuto rigore.

A mio parere, ma si tratta ovviamente di una opinione del tutto personale, la causa principale di questo risultato didattico insoddisfacente va ricercata in uno scarso coordinamento degli insegnamenti e in una eccessiva noncuranza nella scelta della propedeuticità degli argomenti.

A nessuno sfugge l'importanza di un buon coordinamento nell'insegnamento. I corsi sono ben coordinati quando ogni docente, all'inizio della sua lezione, sa esattamente cosa, come e quanto deve dire circa l'argo-

(*) Via Molinelli,7 - 40141 Bologna
(lanzap@alinet.it)

mento che sta esponendo alla sua scolaresca, ciò comporta che il professore abbia una chiara conoscenza di cosa e quanto i suoi studenti hanno appreso nei corsi propedeutici al suo e cosa dovranno affrontare nelle prossime lezioni dei corsi che trattano argomenti affini o in qualche modo ricollegabili al suo [1]

Esaminando l'esercizio preso in considerazione si possono fare diverse osservazioni di carattere didattico.

In esso si suggerisce allo studente di applicare la legge di Nernst.

Nella forma indicata, $[Ag^+]$ rappresenta indubbiamente la concentrazione dello ione Ag^+ (o meglio $Ag(H_2O)_n^+$) espressa in Mole/L. Sarebbe opportuno, prima di fargli utilizzare l'equazione, insegnare allo studente che la forma corretta è quella espressa in termini di attività a_{Ag} e accertarsi che padroneggi con una certa sicurezza i concetti di concentrazione e di attività, che dovrebbero essere trattati con sufficiente rigore in lezioni introduttive. Per non incorrere in assurdi malintesi, lo studente deve aver capito che l'equazione di Nernst in termini di concentrazione può essere applicata solo, come caso limite, a soluzioni ideali. (Nota 1)

Non è opportuno ingannare lo studente nei corsi propedeutici con concetti approssimati, o chiaramente errati, proponendosi di raffinarli o correggerli nei corsi successivi: la verità va detta tutta e subito, curando attentamente una ragionevole propedeuticità degli argomenti.

Lo studente, ignaro di queste cose, ha calcolato l'attività, convinto di calcolare la concentrazione di Ag^+ , e sarebbe assai grave se tale errata convinzione venisse poi confermata nella risposta del libro qualora si trovasse $[Ag^+] = 1,60 \cdot 10^{-24}$ M anziché

$a_{Ag} = 1,60 \cdot 10^{-24}$ (adimensionale!).

Sarebbe anche opportuno ricordare, o rispiegare bene, che, mentre una concentrazione dell'ordine di 10^{-24} è priva di senso, una attività di questo ordine di grandezza ha un senso ben preciso.

Nell'esempio trattato l'attività esprime la tendenza dello ione Ag^+ a trasferirsi dalla soluzione all'elettrodo o viceversa e il potenziale dell'elettrodo è la misura quantitativa di tale tendenza.

4 Una attività 10^{-24} significa che in quelle condizioni la specie Ag^+ ha una ten-

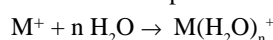
denza al trasferimento pari a 10^{-24} volte quella che avrebbe in una soluzione acquosa 1M a comportamento ideale (Soluzione Standard).

E' opportuno considerare qualche altro esempio di concetti spesso origine di malintesi.

Nell'esercizio si parla di "ioni liberi", anzi si propone di calcolare la concentrazione di Ag^+ libero, cioè non complessato con CN^- .

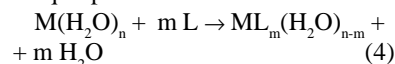
Il concetto di "ione libero" viene tirato in ballo spesso e quasi sempre a sproposito. [2] Ioni 'liberi', per es. Ag^+ , o in generale, M^+ in un solvente possono esistere solo solvatati

In particolare in acqua avviene il processo, a decorso completo:



Limitandosi all'ambiente acquoso, quelli chiamati impropriamente "ioni liberi" sono in realtà acquocomplessi. (Nota 2)

Se si aggiunge alla soluzione acquosa un altro legante in grado di formare complessi più stabili di quelli con l'acqua può verificarsi la reazione



Per quanto riguarda il problema, la risposta quindi è:

Concentrazione di ioni Ag^+ liberi = 0
Concentrazione di ioni Ag^+ non combinati con CN^- = 0

Lo ione Ag^+ è quantitativamente combinato come $Ag(CN)_2^-$.

A questo punto chiederei ancora ai miei studenti: -'E allora, secondo voi, cos'è che determina il potenziale dell'elettrodo?'

E mi aspetto che abbiano tutte le nozioni necessarie per rispondere, ben convinti, che il potenziale dell'elettrodo è determinato dalla tendenza dello ione Ag^+ , comunque combinato, a trasferirsi dalla soluzione all'elettrodo, cioè dall'attività a_{Ag} dello ione Ag^+ e che è questo il parametro che va inserito nell'equazione di Nernst al posto di $[Ag^+]$.

Sorge talvolta un'altra causa di perplessità, che deve essere tuttavia ben chiarita prima di procedere alle applicazioni dell'eq. di Nernst: quale valore si deve dare al parametro a_1 nell'equazione se lo ione è presente contemporaneamente in diverse specie chimiche?

Riappare il dibattuto falso problema se siano attivi gli ioni 'liberi' o quelli complessati. Può giovare ancora qualche considerazione sull'esempio seguente, già trattato in una nota di recente pubblicazione [2].

"Per una soluzione di $CdCl_2$ 0,01 M in HCl 1,00 M, note le costanti di formazione b_i , si calcola la composizione:

$$[Cd^{2+}] = 2,16 \cdot 10^{-5} M$$

$$[CdCl^+] = 4,55 \cdot 10^{-4} M$$

$$[CdCl_2] = 3,58 \cdot 10^{-3} M$$

$$[CdCl_3^-] = 4,40 \cdot 10^{-3} M$$

$$[CdCl_4^{2-}] = 1,54 \cdot 10^{-3} M$$

(Per semplicità di scrittura non si riportano le molecole di acqua coordinata)

In questo esempio sono contemporaneamente presenti in soluzione 4 clorocomplessi e 1 acquocomplesso. Quale o quali di queste specie chimiche partecipano al processo elettrodo? Si può pensare che solo l'acquocomplesso (il cosiddetto ione 'libero') sia attivo verso l'elettrodo? Di tutti i possibili complessi esistenti solo gli acquocomplessi avrebbero la capacità di partecipare ai processi elettrodo? E' più agevole ammettere che lo ione Cd^{2+} , alla concentrazione totale 0,01 M, introdotto in una soluzione di HCl 1,00 M, si ripartisca fra i vari complessi (clorocomplessi e acquocomplesso) assumendo una attività risultante a_{Cd} , che determina il potenziale dell'elettrodo, analogamente a quanto succede in un tampone contenente acidi e basi diverse che manifesta un unico valore di pH ".

Circa l'attività di ipotetici ioni liberi e la presunta inattività degli ioni complessati, malinteso piuttosto diffuso, può essere assai utile ricordare la seguente esperienza, pure compresa nella nota testé citata [2].

"Se si misura il potenziale di un elettrodo di argento in soluzioni sempre più diluite di $AgNO_3$, si può osservare che l'elettrodo dà una risposta rapida e riproducibile in soluzioni relativamente concentrate, ma quando si arriva a concentrazioni piuttosto basse ($< 10^{-5} - 10^{-6}$ M) l'elettrodo risponde sempre più lentamente, stenta sempre più a raggiungere il potenziale di equilibrio e, se si continua a diluire, al di sotto di una certa concentrazione, non risponde più per niente. Se però ad una soluzione $10^{-3} - 10^{-4}$ M di $AgNO_3$ si aggiunge un eccesso di CN^- , per cui la concentrazione di Ag^+

‘libero’ diventa incredibilmente bassa, l’elettrodo risponde perfettamente.

In una soluzione contenente 10^{-3} mole di AgNO_3 e 1 mole di KCN per litro, essendo la costante globale di formazione del complesso argenticiano $\beta_2 = 6,3 \cdot 10^{20}$, le ‘concentrazioni’ (!) all’equilibrio delle specie implicate risultano:

$$[\text{Ag}^+] \text{ o } [\text{Ag}(\text{H}_2\text{O})_2^+] = 1,58 \cdot 10^{-24} \text{ M}$$

(leggi $a_{\text{Ag}^+} = 1,58 \cdot 10^{-24}$)

$$[\text{Ag}(\text{CN})_2^-] \approx 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Quindi, in presenza di un eccesso di complessante, restando inalterata la concentrazione totale di argento C_{Ag^+} , la specie $\text{Ag}(\text{H}_2\text{O})_2^+$ praticamente scompare, la attività a_{Ag^+} nella soluzione subisce un crollo per cui la ‘tendenza’ dello ione Ag^+ a trasferirsi dal metallo alla soluzione subisce un incremento enorme, evidenziato dall’enorme salto di potenziale.

La tabella 1 riassume le situazioni che si verificano nelle soluzioni testé considerate:

E’ evidente quanto sia deviante l’idea che l’elettrodo ‘senta’ cioè risponda all’attività di ioni liberi inesistenti”. (Nota 3)

Un altro concetto che non riguarda il problema preso in esame, ma che deve essere trattato con molto riguardo è il **prodotto di solubilità**.

Tale grandezza, nei corsi propedeutici, viene introdotta dicendo:

“ In una soluzione satura di un sale MA, in equilibrio col corpo di fondo, il sale è presente nella soluzione alla concentrazione di saturazione (S) e può considerarsi completamente dissociato. Si avrà perciò $[\text{M}^+] = [\text{A}^-] = \text{S}$.

Per sali mono-monovalenti si definisce **prodotto di solubilità** la costante

$$K_{ps} = [\text{M}^+][\text{A}^-] = \text{S}^2 \quad (5)$$

Molti valori di questa grandezza sono raccolti in tabelle e manuali e sono utilissimi per calcolare la solubilità di numerosi composti; si ricava infatti

$$\text{S} = \sqrt{K_{ps}} \quad \text{.”} \quad (6)$$

Speriamo che lo studente non prenda alla lettera questa descrizione piena di bugie.

Intanto, anche se il nome ‘prodotto di solubilità’ è correntemente in uso, si tratta di una espressione infelice che sembra fatta apposta per trarre in inganno. K_{ps} è un prodotto di attività di ioni in soluzione satura e andrebbe pertanto espressa correttamente:

$$K_{ps} = a_{\text{M}^+} \cdot a_{\text{A}^-} \quad (7)$$

Tuttavia l’attività non è la concentrazione, le due grandezze possono essere enormemente diverse; possono coincidere numericamente solo in sistemi ideali, qualora la scala dell’attività venga riferita alla soluzione 1 M ideale, scelta come stato standard.

Per poter ricavare la concentrazione dalla (5) la soluzione satura deve contenere il sale completamente dissociato ed avere un comportamento ideale ($\gamma_+ = \gamma_- = 1$)

E’ assai diffusa l’abitudine di considerare tutti i sali elettroliti forti, ma

to, per alcuni sali, le solubilità calcolate dai K_{ps} con le solubilità ottenute da misure dirette.

Come si vede le discrepanze sono molte; generalmente la solubilità misurata supera quella calcolata dal prodotto di solubilità. Cio è plausibile quando si pensi che la misura diretta della solubilità comprende tutto ciò che è in soluzione: sali indissociati, prodotti di idrolisi ecc. mentre K_{ps} misura il prodotto delle attività ioniche ed esclude per definizione i contributi di ogni altra possibile specie presente.

Tab.1. CONCENTRAZIONE E ATTIVITA’ DI Ag^+ IN ALCUNE SOLUZIONI

Composizione [AgNO_3] [CN ⁻]	C_{Ag^+}	γ_{Ag^+}	$a_{\text{Ag}^+} = C_{\text{Ag}^+} \cdot \gamma_{\text{Ag}^+}$	E
10^{-3} -	10^{-3}	≈ 1	$\approx 10^{-3}$	0,622 V
10^{-5} -	10^{-5}	1	10^{-5}	0,51 V
10^{-10} -	10^{-10}	1	10^{-10}	el. non risp.
10^{-3} 1	10^{-3}	$1,58 \cdot 10^{-21}$	$1,58 \cdot 10^{-24}$	-0,605 V

Tab. 2 COSTANTI DI DISSOCIAZIONE DI ALCUNI SALI

SALE	K_i	SALE	K_i
AgSO_4^-	$5,0 \cdot 10^{-2}$	KSO_4^-	$1,1 \cdot 10^{-1}$
CaC_2O_4	$1,0 \cdot 10^{-3}$	LaSO_4^+	$2,4 \cdot 10^{-4}$
$\text{CaFe}(\text{CN})_6^{2-}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	MgOH^+	$2,7 \cdot 10^{-3}$
CaSO_4	$5,3 \cdot 10^{-3}$	MgSO_4	$4,9 \cdot 10^{-3}$
CuSO_4	$4,3 \cdot 10^{-3}$	ZnOH^+	$5,0 \cdot 10^{-5}$
FeCl_2^{2+}	$3,3 \cdot 10^{-3}$	ZnSO_4	$4,4 \cdot 10^{-3}$

Tab. 3 SOLUBILITA’ E PRODOTTO DI SOLUBILITA’ (a 25°C) [4]

SALE	K_{ps}	Solubilità M/L calcolata	Solubilità M/L misurata
AgCl	$1,78 \cdot 10^{-10}$	$1,33 \cdot 10^{-5}$	$1,36 \cdot 10^{-5}$
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$9,6 \cdot 10^{-6}$
CaCO ₃	$4,5 \cdot 10^{-9}$	$6,71 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$
Ca(OH) ₂	$6,5 \cdot 10^{-6}$	$1,17 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$
CaSO ₄	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$4,90 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Mg(OH) ₂	$7,1 \cdot 10^{-12}$	$1,21 \cdot 10^{-4}$	$3,97 \cdot 10^{-4}$
PbCl ₂	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$1,62 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$

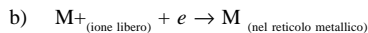
ciò non è vero, come appare dalla Tabella 2

Da quanto sopra esposto ne consegue che le solubilità ottenibili dal prodotto di solubilità applicando direttamente la (5) cioè senza tener conto di formazione di coppie ioniche, di processi idrolitici, di formazione di complessi e di coefficienti di attività, non possono che essere errate [3]. Nella tabella 3 si mettono a confronto

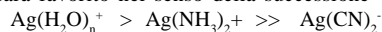
Nota 1. Nei sistemi reali il potenziale E non dipende dalla concentrazione e quindi non è possibile ricavare direttamente la concentrazione dal potenziale. Può essere utile ricordare, a questo punto, che quando dalle misure potenziometriche si desidera trovare direttamente una concentrazione, come succede di norma nell’uso degli elettrodi ionoselettivi, non si applica l’equazione di Nernst, ma si ricorre ad opportune tarature E/log C. Tali curve di taratura solo eccezionalmente manifestano la pendenza teorica e risultano lineari per un campo esteso di concentrazione.

Nota 2. Si può ipotizzare l'esistenza di ioni liberi, nel corso del processo di trasferimento, nella fase di attraversamento della barriera di potenziale costituita dal doppio strato elettrico fra elettrodo e soluzione.

Nel trasferimento SOLUZIONE → ELETTRODO lo ione solvatato o complessato, arrivato dalla soluzione nei pressi dell'elettrodo per migrazione e/o diffusione, giunto al doppio strato, perde l'acqua di solvatazione o i leganti; lo ione, ora libero, supera la barriera di potenziale abbandonando la carica positiva per venire incorporato nel reticolo cristallino [5].

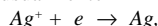


Naturalmente il processo di riduzione (trasferimento SOLUZIONE→ELETTRODO) ha tante più possibilità di procedere quanto meno stabile è il complesso di M e più abbondante la sua presenza nella soluzione. Nell'esempio considerato, quindi, il processo di riduzione sarà favorito nel senso della successione

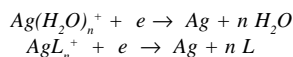


Pertanto non ha senso chiedersi come può l'elettrodo di Ag 'sentire' ioni di Ag+ inesistenti in soluzione. Nel caso considerato il processo è definito dalla concentrazione della specie $Ag(CN)_2^-$.

Il processo all'elettrodo, indicato usualmente



può essere meglio espresso come segue



Non vengono chiamati in causa ioni liberi e non c'è motivo di distinguere l'acquocomplesso da tutti gli altri complessi.

Nota 3. Si potrà rilevare che nella soluzione alla concentrazione 10^{-10} ottenuta per diluizione si ha una $a_{Ag^+} = 10^{-10}$, circa 150.000 miliardi di volte maggiore dell'attività di Ag+ nella soluzione cianidrica. Come mai in questa soluzione l'elettrodo non risponde, mentre risponde benissimo in soluzione cianidrica? La spiegazione si trova considerando fattori cinetici: nella soluzione esente da CN⁻, la concentrazione della specie attiva $Ag(H_2O)_2^+$ è 10 milioni di volte più diluita della specie attiva nella soluzione cianidrica $Ag(CN)_2^-$. In soluzioni così diluite il potenziale dell'elettrodo non può venir imposto dalla specie $Ag(H_2O)_2^+$, ma risulta piuttosto definito da reazioni secondarie (riduzione di O₂, impurezze, ecc.) (Eventualmente, se rientra nelle finalità di un corso propedeutico, si può introdurre qualche nozione di cinetica elettrodica e di corrente di scambio).

Nota 4. Dagli ultimi due esempi riportati in tabella si può rilevare che l'attività può essere bassa perché lo è la concentrazione o perché, pur essendo elevata la concentrazione, è basso il coefficiente di attività. A questo proposito va pure smentita la diffusa opinione che il coefficiente di attività non possa avere valori estremamente bassi o assai maggiori di 1. Questo malinteso deriva dal fatto che si limita il concetto di coefficiente di attività al parametro calcolabile nelle soluzioni diluite di elettroliti 'forti' mediante le equazioni di Debye-Hückel.

Nei nostri corsi, infatti, esaurito il capitolo sulla teoria degli elettroliti, i coefficienti di attività vengono pressoché ignorati.

Riferimenti Bibliografici

- [1] P. Lanza, *La Chimica nella Scuola*, XVI,(1),(1994)9.
- [2] P. Lanza, *La Chimica nella Scuola*, XXI,(1),(1999)3.
- [3] L. Meites, J.S.E. Podes H.C. Thomas, *J.Chem.Ed.* **43**, 667 (1966)
- [4] R.W.Clark, J.M. Bonicamp, *J. Chem. Ed.* **75**,1182(1998)
- [5] J.O'M. Bockris and A.K.N. Reddy, *Modern Electrochemistry*, Vol.II, Cap. VII,VIII. Plenum Press, New York, 1972.

ORBITALI CON SVISTA

Nel numero di ottobre 1999 della rivista *Le Scienze* si poteva ammirare, nella rubrica "Scienza e Società", una bellissima illustrazione a colori accompagnata da un commento a firma Marco Cattaneo intitolato "Orbitali molecolari con vista" [1]. Questo titolo, combinato col fatto che alcune delle immagini che appaiono nell'illustrazione presentano, almeno a prima vista, una notevole somiglianza con la forma dell'orbitale d_{z^2} , può aver indotto qualche lettore a pensare che gli orbitali siano degli enti fisici suscettibili di osservazione diretta. Poiché questo non corrisponde al vero, penso che sia necessaria qualche precisazione.

PAOLO MIRONE (*)

Innanzitutto non bisogna dimenticare che il termine *orbitale* è stato introdotto da Mulliken nel 1931 come sinonimo di "funzione d'onda orbitale monoelettronica". Cioè l'orbitale è una funzione matematica delle coordinate spaziali di un elettrone avente il carattere di un'ampiezza d'onda quantistica. Ciò significa che il quadrato della funzione orbitale calcolato in un punto è proporzionale alla probabilità che l'elettrone si trovi nell'elemento di volume individuato da quel punto. Ma bisogna aggiungere che in realtà la probabilità di trovare l'elettrone in una certa posizione dipende anche dalle posizioni degli al-

tri elettroni in conseguenza delle mutue repulsioni elettrostatiche; quindi il calcolo della probabilità come quadrato della funzione orbitale fornisce soltanto un valore approssimato, in quanto tale funzione è *monoelettronica*, cioè dipende dalle coordinate di un unico elettrone. Tutto questo - combinato con la condizione, imposta dal principio di esclusione, che la funzione d'onda di un sistema formato da più elettroni dev'essere antisimmetrica rispetto allo scambio di due particelle - fa sì che a un singolo orbitale non si possa far corrispondere alcun ente fisicamente osservabile. L'unico ente suscettibile di osservazione diretta è la nuvola elettronica formata da tutti gli elettroni di un atomo (isolato) o di una molecola o, come vedremo fra poco, della cella elementare di un cristallo.

L'autore del commento usa invece il termine *orbitale* come sinonimo di *nube elettronica* - un equivoco pur-

6 (*) Dipartimento di Chimica
Università di Modena e Reggio Emilia
Via Campi 183 - 41100 Modena

troppo assai comune nei testi di chimica per la scuola secondaria (e non solo in questi). Ma se si va a leggere l'articolo originale da cui è tratta l'illustrazione [2], si scopre che questa non solo non rappresenta degli orbitali in senso stretto, ma neppure delle nuvole di carica elettronica. Infatti gli autori dell'articolo riferiscono di aver studiato, con tecniche di diffrazione elettronica e di raggi X, la distribuzione degli elettroni nella cella elementare di un cristallo di cuprite (Fig. 1), e di aver poi sottratto dalla densità della distribuzione elettronica ottenuta sperimentalmente la densità della distribuzione elettronica calcolata teoricamente (col metodo multiconfigurazionale di Dirac-Fock) per l'ipotetico cristallo di cuprite costituito da ioni sferici Cu^+ (configurazione elettronica $[\text{Ar}] 3d^{10}$) e O^{2-} (configurazione $[\text{He}] 2s^2 2p^6$). La figura riprodotta da *Le Scienze* mostra mediante falsi colori (rosso per valori positivi, blu per valori negativi) le differenze di densità elettronica fra le due distribuzioni; quindi essa è il risultato della combinazione di dati sperimentali e teorici, e parlare come fa Cattaneo di "osservazione diretta" non sembra del tutto appropriato.

Va detto però, a giustificazione del redattore delle *Scienze*, che egli non ha fatto altro che riprendere i termini usati da *Nature* nel presentare l'articolo originale, cominciando dalla copertina dove uno strillo annuncia "ORBITALS OBSERVED" e continuando nella rubrica "news and views" dove un commento intitolato fantasiosamente "Elettroni visti in orbita" [3] parla di "osservazione diretta dell'orbitale d_{z^2} in un ossido di rame" e di "una 'immagine' ('picture') sperimentale diretta... della complessa forma dell'orbitale d_{z^2} ". Le affermazioni degli autori dell'arti-

colo originale [2] sono ispirate a maggiore sobrietà, a cominciare dal titolo che suona "Osservazione diretta di lacune (holes) in orbitali d e di legami Cu-Cu in Cu_2O ". Zuo, Kim, O'Keeffe e Spence interpretano le differenze negative risultanti dalla loro mappa come effetto della promozione di una parte degli elettroni dal livello $3d_{z^2}$ al livello $4s$ (si tenga presente che la simmetria del cristallo rimuove la degenerazione dei cinque orbitali d , così che al d_{z^2} corrisponde un'energia differente da quella degli altri quattro). D'altra parte le differenze positive che si osservano in vicinanza di alcuni degli spigoli del tetraedro formato dai quattro atomi di rame (cfr. Fig. 1) sono attribuite a deboli legami covalenti Cu-Cu che si formerebbero grazie all'ibridazione fra

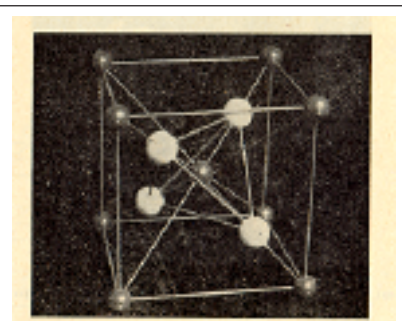


Fig. 1. La struttura cristallina della cuprite (Cu_2O) risulta dalla compenetrazione di un reticolo cubico a corpo centrato di atomi di ossigeno (in nero) e di un reticolo cubico a facce centrate di atomi di rame (in bianco), spostati l'uno rispetto all'altro di un quarto della diagonale della cella elementare.

gli orbitali $3d_{z^2}$ e $4s$ parzialmente occupati. Ciò è in accordo col fatto che nella cuprite la minima distanza Cu-Cu è pari a 302 pm, un valore che supera solo del 18% il doppio del raggio metallico del rame (128 pm).

Dunque la reale importanza della ricerca di Zuo *et al.* sta nell'accuratezza senza precedenti con cui essi sono riu-

sciti a determinare la distribuzione della densità elettronica all'interno della cella elementare della cuprite. La pretesa "osservazione diretta" dell'orbitale d_{z^2} , indebitamente enfatizzata dai commenti di *Nature* e *Le Scienze*, è un aspetto secondario del lavoro, la cui interpretazione è oltretutto soggetta a riserve perché le presunte immagini mostrano nella loro parte centrale una struttura più complessa di quella prevista dalla teoria, con un'alternanza di zone rosse e blu, cioè di differenze positive e negative fra la densità elettronica sperimentale e quella calcolata per il cristallo puramente ionico.

Secondo Cattaneo "nessuna teoria era stata in grado di prevedere... la presenza di un legame anche tra atomi di rame"; in realtà già nel 1963 uno degli autori (O'Keeffe) aveva mostrato che per spiegare la stabilità della struttura della cuprite era necessario invocare una interazione attrattiva a corto raggio Cu-Cu [4]. Inoltre Cattaneo attribuisce agli autori l'affermazione che "una scoperta del genere potrebbe far riscrivere i libri di chimica"; ma nell'articolo di Zuo *et al.* non si trova traccia di questa frase. E' vero che certi libri di chimica avrebbero bisogno di essere riscritti. Ma non per questa ragione.

Ringrazio il collega Augusto Rastelli per una illuminante discussione.

Bibliografia

1. M. Cattaneo, *Le Scienze*, 374 (ottobre 1999), p. 18.
2. J.M. Zuo, M. Kim, M. O'Keeffe, J.C.H. Spence, Direct observation of d -orbital holes and Cu-Cu bonding in Cu_2O . *Nature*, 401 (1999), 49.
3. C.J. Humphreys, Electrons seen in orbit. *Nature*, 401 (1999), 22.
4. M. O'Keeffe, Madelung constants for C3 and C9 structures. *J. Chem. Phys.*, 38 (1963), 3035.

Un esempio di didattica chimica:

la differenza tra spaghetti e maccheroni per spiegare a un giudice la differenza tra polimeri e monomeri

Il professor Leonello Paoloni (Palermo) ci segnala il seguente passo, tratto da un articolo di Robert D. Athey jr intitolato "Chemist in the Courtroom" (*American Scientist*, 87 (1999), 390):

"... gran parte del lavoro di un uomo di scienza coinvolto in un procedimento legale è puro insegnamento. Come chimico dei materiali usati per rivestimenti protet-

tivi, io mi affido spesso ad analogie culinarie per descrivere sistemi polimerici o colloidali, paragonando un polimero a un piatto di spaghetti, un monomero a un piatto di maccheroni e i sistemi colloidali al latte, al budino, alla gelatina o alla salsa. Questo tipo di comprensione di base è importante per un avvocato che si prepara a un'udienza e deve predisporre una serie di

domande da porre in aula in modo tale che il giudice (e l'eventuale giuria) possa accettare la stessa fase di apprendistato in modo indolore ma sufficientemente accurato così da poter prendere decisioni sulla rilevanza che ciò può avere in merito alle ragioni pro e contro del caso."





I Soci non insegnanti che desiderano ricevere *CnS*, devono all'atto del rinnovo dell'associazione, effettuare anche il versamento di L. 15.000 barrando la casella apposita.

Desidero ricevere

CnS

La redazione rende noto che sono disponibili due fascicoli degli indici decennali di *CnS - La Chimica nella Scuola*, riguardanti gli anni 1979-1988 e 1989-1998.

Il contributo di L. 10.000 per singolo fascicolo sono comprensive delle spese di spedizione.

Le richieste devono essere inoltrate alla redazione **solo per posta**, allegando il contributo.

Si ricorda ai Soci che nell'eventualità, causa disguidi postali, non ricevessero i fascicoli di CnS sono pregati di farlo presente alla redazione che provvederà alla spedizione degli stessi.

Il Direttore e la redazione **invitano** tutti i **Soci e non** ad inviare contributi di esperienze didattiche, anche brevi, che saranno pubblicate, previo parere dei revisori.

L'invito, per altro implicito, nasce da una serie di colloqui avuti recentemente con insegnanti durante l'XI Congresso Nazionale della Divisione tenutosi a Bari.

Riteniamo che la professionalità e le competenze dei docenti, emerse nei vari incontri sociali, siano tali da evitare la dispersione di idee e servano da stimolo per i colleghi e non da ultimo per vivacizzare il dialogo attraverso la rivista.

RINNOVO ABBONAMENTI E ISCRIZIONI

Ricordiamo agli abbonati e ai soci insegnanti che, per avere la certezza di continuare a ricevere la rivista senza interruzioni, abbonamenti e iscrizioni vanno rinnovati entro il mese di gennaio 2000.

*Abbonamenti £. 90.000
Iscrizione (incluso CnS) £. 75.000*



**Università degli Studi
di Bologna**

S C I 2000



**Società Chimica
Italiana**



Rimini, 4-9 giugno 2000

Informazioni 

<http://www.fci.unibo.it/dcor/sci2000>

**Scheda di iscrizione
allegata**

Segreteria Generale del Congresso

Dr. Daniele Nanni, Dipartimento di Chimica Organica "A. Mangini"

Viale Risorgimento 4, 40136 Bologna

tel. 0512093623, fax 0512093654

e-mail sci2000@ms.fci.unibo.it

IL TEST SULL'ASSOCIAZIONE DI PAROLE NELLE SCIENZE

Riassunto

Il test sulle parole associate è il metodo più comune per indagare le strutture cognitive; in qualche modo permette di “guardare dentro la testa dello studente”. In questo studio, il test è utilizzato per rilevare le strutture cognitive relative a concetti della chimica generale degli studenti del primo anno di ingegneria, che seguono il corso di chimica generale. Per mettere in evidenza le strutture, sono stati calcolati i coefficienti di connessione tra gli stimoli e la frequenza delle parole associate ai vari stimoli. I risultati mostrano che gli studenti sono in grado di elencare diversi concetti e idee in relazione ad un certo stimolo. Tuttavia, i dati mettono in evidenza che gli studenti, almeno la grande maggioranza di essi, non sembrano possedere il quadro completo dei concetti e la rete di collegamenti tra essi, attraverso relazioni, idee o altri concetti. Soltanto una piccola frazione degli studenti mostra di possedere una rete di concetti sufficientemente collegata, come si vorrebbe che tutti gli studenti avessero. Questo metodo è in grado di evidenziare anche la presenza di eventuali idee sbagliate. E' stata trovata una correlazione positiva tra il punteggio ottenuto con il test Word Association e il punteggio ottenuto con l'esame tradizionale.

Abstract

The word association test is one the commonest and oldest educational tools for investigating the cognitive structure of learners. In the present study, a word association test was

(*) Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra, Facoltà di Ingegneria
Via Breccie Bianche - 60131 Ancona.
E-mail: libero@popcsi.unian.it;

(**) Centre for Science Education,
University of Glasgow, UK.
E-mail: alexj@nernst.chem.gla.ac.uk

LIBERATO CARDELLINI (*)
ALEX H. JOHNSTONE (**)

used to map the cognitive structure of the domain of general chemistry for first-year engineering students. In order to map the structures, relatedness coefficient values and response frequency were calculated. The results showed that the students generated many ideas related to given key words. However, they did not appear to see the overall picture as a network of related ideas. This method reveals also the network of associations between concepts, and a positive correlation between the score in this test and the exam score was found. Implications for using the word association test in the classroom are discussed.

Keywords: Word association test, Relatedness coefficients, Chemistry primers, Spread of activation, Semantic distance.

Introduzione

Chiunque abbia insegnato materie scientifiche di qualunque tipo, ha provato la deludente esperienza di constatare, sia nei compiti scritti che all'esame, le incomprensioni concettuali mostrate dagli studenti. Questo ci porta ad affermare che non è più difendibile la convinzione che le informazioni, e in particolare la comprensione di un certo concetto, possano essere trasferite intatte dalla testa dell'insegnante a quella dello studente. Un modo più plausibile di immaginare il processo educativo è quello di ammettere che ogni studente ricostruisce in modo personale la conoscenza dalle informazioni che il docente presenta, in base alle conoscenze che lo studente già possiede. L'esame spesso rivela la disparità tra le idee del docente e quelle dello studente, ma non riesce a spiegarne le

differenze. I tentativi dell'insegnante di correggere queste differenze concettuali percepite sono spesso privi di successo, e sembra che sia molto resistente al cambiamento quello che lo studente ha costruito per se stesso. Ci sono indiscutibili evidenze in letteratura che mostrano come gli studenti possano al contempo essere convinti delle proprie idee e di quelle dell'insegnante, benché queste idee siano alle volte tra loro in conflitto. Sotto pressione, gli studenti tendono a ritornare alle proprie idee.

E' perciò desiderabile trovare qualche tecnica che permetta al docente di “guardare dentro la testa dello studente” e rendersi conto dove le connessioni sbagliate risiedono e avere qualche idea precisa sulla maniera di rettificarle. Una di queste tecniche, il test Word Association, è conosciuta fin dagli anni '60, ma è stata poco usata dai docenti di materie scientifiche. Questo test è basato sull'idea che, se ad una persona viene presentata una parola iniziale (stimolo) e gli si chiede, sotto pressione, di dire la prima parola che gli viene in mente, l'idea più fortemente associata con la parola iniziale verrà rivelata nella risposta. Se la stessa parola iniziale viene poi riproposta e viene richiesta una nuova risposta, questa rappresenterà una associazione più lontana rispetto alla prima risposta ottenuta. Il processo può essere ripetuto alcune volte in modo da ottenere una successione di parole associate tutte collegate allo stimolo ma progressivamente più distanti e con significati che rilevano una vicinanza decrescente rispetto alla parola iniziale. Un nuovo stimolo può ora essere scelto e tutto il processo ripetuto di nuovo e così via. Se gli stimoli utilizzati sono i concetti chiave in una disciplina particolare di studio, dall'elaborazione del test è possibile costruire una mappa delle associazioni esistenti nella mente dello studente. Se due diverse parole ini-

ziali (concetti) sono seguite da stringhe molto simili, è probabile che queste due parole siano tra loro molto associate. Se, d'altra parte, due parole iniziali condividono poche associazioni, è probabile che questi due concetti siano tra loro debolmente associati nella mente dello studente. La forza relativa di queste associazioni può essere calcolata ottenendo una misura semi-quantitativa delle associazioni.

Ciò che emerge da queste "mappe" è che lo studente immagazzina informazioni in "isole" poco collegate tra loro, mentre il docente tende ad avere le proprie informazioni memorizzate in un reticolo fortemente interconnesso che gli permette di muoversi facilmente da un concetto ad un altro. Questa possibilità cognitiva rende il docente un abile risolutore di problemi. Gli studenti possono risolvere problemi di routine dentro ad una certa "isola", ma trovano difficoltà se il problema richiede l'uso di informazioni o di concetti che appartengono a più di un'"isola", anche se la complessità dei problemi è simile.

Le strutture cognitive

Come è che alcuni studenti sono bravi ed altri meno? Si può ipotizzare che la quantità di informazioni possedute dagli studenti sia differente, oppure che i concetti nella mente degli studenti siano organizzati e connessi diversamente, cosicché per alcuni l'accesso e il ritrovamento delle informazioni nella memoria a lungo termine è più difficile che per altri. Differenze nelle abilità nel gioco degli scacchi sono state attribuite a differenze nella quantità di conoscenza e non alla maniera in cui le strutture sono rappresentate [1].

Secondo la psicologia cognitiva la conoscenza esiste nella nostra memoria come unità cognitive collegate in una complessa struttura a rete (network) [2]. Parole, immagini, fatti e concetti sono rappresentati da proposizioni, da relazioni, da argomenti chiamati nodi (le unità cognitive) e organizzati in modo gerarchico, in una mappa semantica in cui ciascun nodo è collegato ad altri da un insieme di elementi, ovvero le proprietà delle unità cognitive [3]. In questo modello a network gerarchico, originariamente proposto da Collins e Quillian [4], i tempi di accesso alle informazioni (il soggetto doveva giudicare se una frase tipo "un canarino può volare"

sia vera o falsa) dipendono dal livello, ovvero dalla distanza semantica a cui si trovano. Le informazioni vengono ricercate nella memoria a lungo termine attivando le unità cognitive nella memoria di lavoro (priming) e distribuendo automaticamente l'attivazione (Spread of Activation) attraverso le reti neurali, nei nodi tra loro collegati da una qualche relazione [5]. L'attivazione, che determina sia la probabilità che la velocità di accesso alla memoria, si trasmette ai nodi collegati e la propagazione è estremamente rapida, però dipende da quanto frequentemente e da quanto recentemente quella unità cognitiva è stata usata nella memoria [6]. Pirolli e Anderson [7] hanno dimostrato che la pratica (ovvero lo studio ripetuto) ha un effetto sistematico nella diminuzione del tempo necessario al ritrovamento di informazioni dalla memoria. Ogni volta che una traccia (cioè alcuni nodi collegati attraverso relazioni significative) della memoria viene usata, ne risulta un rafforzamento delle relazioni che collegano i nodi interessati. La forza della traccia determina il livello di attivazione ovvero il tempo necessario a cercare l'informazione e anche la possibilità o meno che l'informazione sia ritrovata.

Diversi metodi possono essere usati per indagare la struttura cognitiva ovvero l'ipotetico costruito a cui si riferisce l'organizzazione delle relazioni tra i concetti nella memoria a lungo termine [8-20]. Il metodo delle parole associate (Word Association Test) è molto comune per indagare la rappresentazione interna delle strutture cognitive ed è quello più usato da diversi ricercatori in diverse discipline [9, 21-33].

Il test Word Association

La ricerca è stata condotta su studenti iscritti al primo anno di Università e frequentanti un corso di chimica. Per il test all'inizio del corso, il campione era costituito da 83 studenti; 26 donne e 57 uomini, età media 19,6 anni (d. s. = 1,0) voto medio di diploma 49,2/60 (d. s. = 6,4). Gli studenti avevano diversa provenienza: principalmente da liceo scientifico (55,4%), istituto tecnico industriale (10,8%) e istituto tecnico per geometri (18,1%). Al test alla fine del corso hanno preso parte 60 studenti; 21 donne e 39 uomini, età media 19,4 anni (d. s. = 1,6) voto medio di diploma 49,4/60 (d. s. = 6,1). La provenienza di questi studenti ri-

sultava così modificata: liceo scientifico (61,7%), istituto tecnico industriale (6,7%) e istituto tecnico per geometri (10,0%).

Per costruire il test sull'associazione di parole sono state scelte delle parole chiave significative per il corso di chimica generale, che costituiscono lo stimolo nel test; le parole sono: *Reazione (1), Equilibrio (2), Legame (3), Entalpia (4), pH (5), Ossidazione-riduzione (6), Mole (7), Soluzione (8), Stato di aggregazione (9), Orbitale (10)*. Ogni studente è stato fornito di un fascicolo sulla prima pagina del quale erano riportate queste istruzioni:

Quando si ascolta o si legge una parola, spesso vengono in mente altre parole. In questo studio si vogliono conoscere quali altre parole ti vengono in mente leggendo parole usate in Chimica. In ogni pagina troverai delle parole chiave, scritte molte volte. Ripeti la parola a te stessa/o, e poi velocemente scrivi la prima parola che ti viene in mente nella posizione 1. Continua poi a scrivere nelle altre posizioni, altre parole associate con la parola chiave, come ti vengono in mente. Continua in questo modo finché non viene detto di passare alla prossima pagina. Fai del tuo meglio. Scrivi velocemente, perché il tempo a disposizione è di 30 secondi per ogni pagina.

Seguivano due pagine con due esempi di parole associate con stimoli tratti dalla biologia e poi le dieci pagine che costituivano il test. L'esempio della pagina del test per la parola 'reazione' è riportato in figura 1:

REAZIONE	
REAZIONE	1
REAZIONE	2
REAZIONE	3
REAZIONE	4.....
REAZIONE	5.....
REAZIONE	6
REAZIONE	7
REAZIONE	8
REAZIONE	9
REAZIONE	10

Fig. 1. Esempio del test Word Association per la parola chiave 'reazione'

In ogni pagina è riportata la parola che costituisce lo stimolo che viene ripetuta dieci volte sulla sinistra della

pagina, con lo scopo di far ritornare il soggetto dopo ogni associazione alla parola chiave. Questo al fine di rendere minimo l'effetto di concatenamento delle parole, nel quale la risposta precedente piuttosto che la parola chiave costituisce lo stimolo per la risposta successiva. Ad esempio, la risposta data da uno studente alla parola 'reazione' è stata la seguente successione di associazioni: ossidoriduzione, doppio scambio, acido, base, sale, moli di reazione, reagente limitante, bilanciamento. La ripetizione della parola chiave ha diminuito l'effetto di concatenamento, ma non lo ha annullato: in 26 casi è stata trovata la successione (non importa l'ordine) soluto-solvente; in 29 la successio-

ne acido-basico-neutro; 35 volte la successione reagenti-prodotti; 26 volte la successione ossidante-riducente; 7 volte la successione ossidazione-riduzione; 10 volte la successione omogeneo-eterogeneo e 8 volte la successione esotermica-endotermica. Probabilmente questo è dovuto al fatto che queste associazioni sono molto forti nella mente di questi studenti.

Le risposte sono state ottenute in un tempo limitato e il tempo concesso per rispondere ad ogni stimolo è stato controllato dallo sperimentatore. Dati riportati in letteratura indicano che le associazioni libere possono non rivelare deboli associazioni dirette [34]. Le risposte possono essere

analizzate in diverse maniere e uno dei metodi più comunemente usati è il calcolo dei coefficienti di connessione (RC; Relatedness Coefficient) secondo la formula di Garskof e Houston [35], riportata in Appendice. Per ogni studente, dalle risposte ottenute nel test viene costruita una matrice e da questa si calcolano le sovrapposizioni tra le diverse parole chiave valutando il numero di identiche parole associate ad ogni parola chiave e la loro posizione nella successione delle associazioni, ottenendo così la matrice $[A_{ij}]$ dei coefficienti di connessione. L'elemento a_{ij} della matrice $[A_{ij}]$ rappresenta il grado di sovrapposizione tra lo stimolo i e lo stimolo j (i assume i valori da 1 a 9 e j assume i valori da 2 a 10). Nella matrice $[A_{ij}]$, per tutti i valori $i \neq j$, si ha che l'elemento $a_{ij} = a_{ji}$; si considerano perciò i soli elementi a_{ij} , con $j > i$. Si ottiene così un indice quantitativo delle connessioni tra le diverse parole chiave. Maggiore è il coefficiente di connessione (RC è un numero compreso tra 0 e 1; $RC = 1$ significa che ci si riferisce a due parole identiche), più forte è l'associazione tra i due concetti. La matrice $[A_{ij}]$ dei coefficienti di connessione, calcolata per tutti gli studenti viene riportata in grafico usando la tecnica di Waern [36]. Secondo questo metodo, viene scelto un valore di troncamento e si individuano le connessioni tra concetti aventi un coefficiente di sovrapposizione maggiore o eguale al valore di troncamento.

Risultati e discussione

Le "mappe dei concetti" sono state ottenute utilizzando la tabella delle frequenze ottenuta dalle risposte date a ciascuna delle dieci parole chiave considerando il totale di 60 studenti. L'analisi dei risultati suggerisce che è poco probabile che gli studenti abbiano nella loro mente i concetti, rappresentati dalle parole chiave, collegati tra loro. Poche parole sono frequentemente associate alle parole chiave: 39 studenti associano le parole ionico e covalente a 'legame'; acido, basico e neutro a 'pH'; numero di Avogadro a 'mole'; solido a 'stato di aggregazione'; elettrone a 'orbitale' (Fig. 2a). Con una procedura utilizzata in studi analoghi, nella tabella delle frequenze si fissano in modo arbitrario dei livelli di lettura o linee di separazione che permettono di suddividere gli studenti in base alla

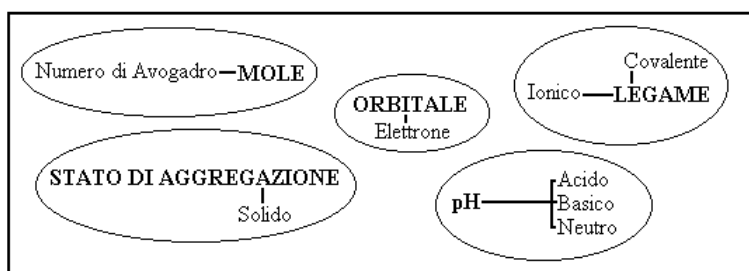
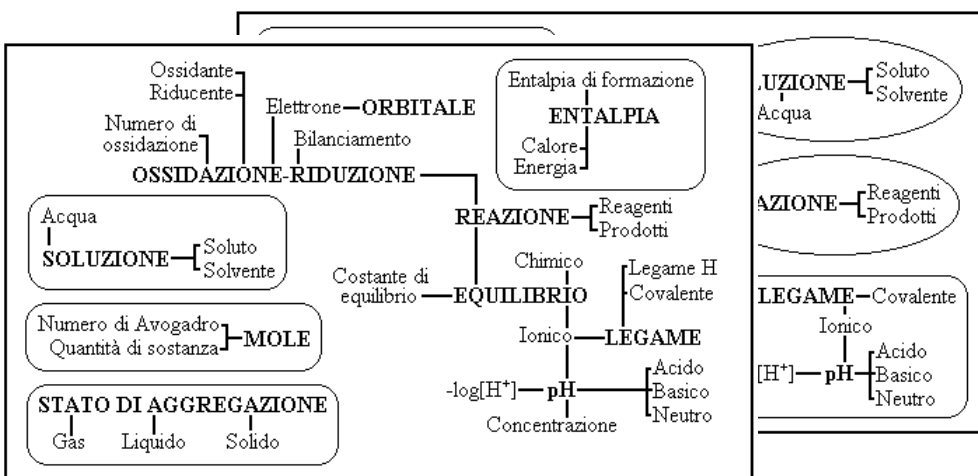


Fig. 2a. Interconnessione tra le parole chiave e le risposte nel 65% dei casi considerati



el 50% dei casi considerati

Fig. 2c. Interconnessione tra le parole chiave e le risposte nel 35% dei casi considerati

Fig. 2d. Interconnessione tra le parole chiave e le risposte nel 20% dei casi considerati

frequenza delle parole associate. Diminuendo la frazione di studenti considerati, altre isole gradualmente emergono e le isole precedenti si arricchiscono (Fig. 2b e 2c), e infine, una piccola frazione di studenti mostra una rete di concetti abbastanza collegata, così come il docente desidererebbe che fosse (Fig. 2d) per tutti gli studenti.

Questa mappa rivela la ricchezza delle connessioni tra i concetti, nella mente degli studenti. Però questa mappa si riferisce al 20% degli studenti; è necessario tuttavia evidenziare che non tutti i 12 studenti hanno nella loro mente questa rete di collegamenti tra i concetti. Qualcuno può avere alcuni concetti fortemente connessi, ma non tutti i 12 studenti hanno queste connessioni, come i valori dei coefficienti RC individuali evidenziano. La Figura 2d

collegati nella mente di pochissimi studenti: 8 studenti su 60 associano temperatura a ‘stato di aggregazione’, mentre 13 studenti associano temperatura a ‘entalpia’.

Per avere una valutazione quantitativa, ancorché relativa, di come ogni studente collega ciascuno degli stimoli tra loro, è stata calcolata una matrice dei coefficienti RC per ogni studente. E’ stata poi calcolata la matrice del valore medio dei coefficienti RC per i 60 studenti, come media aritmetica di ciascun termine a_{ij} delle matrici individuali. La matrice ottenuta è riportata in Tabella 1.

La Fig. 3 mostra la struttura inerente alla matrice risultante, riportata in grafico usando la tecnica di Waern [36]. Come mostra la figura, le parole ‘ossidazione-riduzione’ e ‘reazione’ sono fortemente collegate. Una pos-

Tab.1. Valore medio dei coefficienti RC per gruppo di 60 studenti per tutte le possibili sovrapposizioni

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,14	0,02	0,06	0,06	0,20	0,10	0,04	0,01	0,01
2	—	0,10	0,02	0,07	0,02	0,04	0,06	0,02	0
3	—	—	0,01	0,06	0,02	0,02	0,04	0,09	0,08
4	—	—	—	0	0,04	0,01	0	0,01	0
5	—	—	—	—	0	0,01	0,11	0	0
6	—	—	—	—	—	0,04	0,01	0	0,04
7	—	—	—	—	—	—	0,05	0,04	0,03
8	—	—	—	—	—	—	—	0,03	0
9	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03

mostra che 3 parole chiave, ‘entalpia’, ‘legame’ e ‘stato di aggregazione’, sono ancora isole, benché complesse, collegate con un unico ponte ad altri concetti o parole chiave. ‘Entalpia’ e ‘stato di aggregazione’, sono concetti

sibile interpretazione è che nella mente degli studenti questi concetti hanno forti connessioni, ovvero, i nodi rappresentati da questi concetti sono molto vicini e ben collegati attraverso concetti comuni.

Poiché i coefficienti RC sono una misura relativa del numero e della collocazione nella graduatoria di identiche parole associate a due stimoli, un valore più grande di RC si può ottenere usando un numero minore di parole purché identiche [37]. Nell’esempio riportato in **Appendice**, se a ‘pH’ sono associate le parole soluzione e acido, e se a ‘soluzione’ sono associate le parole acido e pH, si ottiene un valore per RC di 0,85. Il numero totale di risposte associate a ciascuna parola chiave è riportato in Tabella 2 ed è comunque molto elevato.

Il collegamento tra tutte le parole chia-

Tab.2. Dati parziali e totali relativi alle risposte per tutte le parole-stimolo usate nel test parole associate

Parole chiave	Numero totale di risposte
1 Reazione	395
2 Equilibrio	289
3 Legame	365
4 Entalpia	284
5 pH	364
6 Ossidazione-riduzione	258
7 Mole	268
8 Soluzione	356
9 Stato di aggregazione	297
10 Orbitale	326
Numero totale di parole differenti	343
Numero totale di parole usate	3202
Numero totale di parole inconsistenti	168
Numero medio di parole associate	53,4
Numero medio di sovrapposizioni	10,5

ve si ha al valore 0,05, molto distante da 1; ciò dimostra che le connessioni tra questi concetti nella mente degli studenti sono abbastanza deboli. L’analisi delle matrici individuali dei coefficienti RC evidenzia che nessuno degli studenti è in grado di percepire tutti i collegamenti che esistono tra le 10 parole chiave.

L’assunzione su cui il test Word Association si basa è che l’ordine col quale le risposte vengono ritrovate nella memoria a lungo termine riflette la struttura interna e le relazioni tra i concetti [38].

Nel test Word Association, il grado di sovrapposizione tra le gerarchie delle risposte è una misura della distanza semantica (Semantic Distance) tra le parole chiave usate come stimolo [39]. Diverse ricerche suggeriscono una regolarità nelle strutture semantiche della memoria: i concetti lontani tra loro nella gerarchia richiedono per essere ritrovati un tempo maggiore mentre i concetti vicini richiedono un tempo minore e rivestono una maggiore importanza nel dare

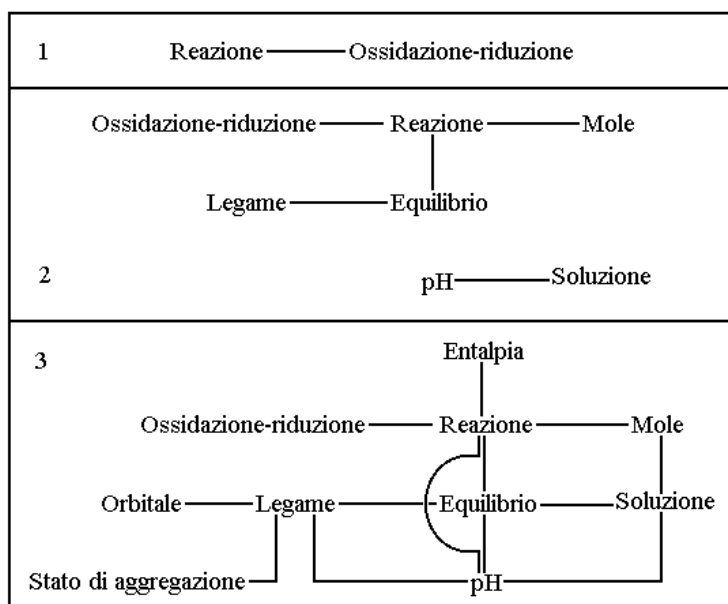


Fig. 3. Struttura cognitiva per il gruppo di 60 studenti. Troncamenti: 1 al valore 0,2; 2 al valore 0,1; 3 al valore 0,05

significato al concetto considerato. Questo può spiegare l'importanza dell'ordine delle risposte date dallo studente a ciascuna parola chiave.

Il numero di parole associate ad un certo stimolo dipende anche dal tipo di studente e può essere influenzato da vari fattori psicologici: la capacità della memoria di lavoro, il pensiero convergente come opposto al pensiero divergente e la dipendenza o l'indipendenza dal campo (Field dependence/independence [40]). In un recente studio condotto da uno degli autori [41] è stata trovata una relazione significativa tra il fattore psicologico convergenza/divergenza e i risultati del test Word Association. È stato trovato che i tipi divergenti forniscono un numero maggiore di parole associate alla parola chiave. Questa correlazione è stata confermata nel presente studio: 13 studenti sono stati individuati come divergenti e il loro numero medio di parole associate alle dieci parole chiave è risultato 60,5, che risulta essere un valore superiore al numero medio di parole associate ottenuto da tutti gli altri 47 studenti che è 51,4.

Può essere interessante il confronto tra i dati risultanti dal test di associazione di parole somministrato alla fine del corso, con un identico test proposto all'inizio dello stesso corso di chimica; i dati sotto riportati si riferiscono a 58 studenti che hanno fornito risposte ad entrambi i test.

Dal confronto, risulta che i dati sono molto diversi. Il linguaggio degli studenti si è arricchito (il numero medio di parole associate è triplicato) ed è

diventato più preciso: su un totale di 3154 parole usate alla fine del corso, ne sono state scartate 160, mentre all'inizio del corso, usando lo stesso criterio, su un totale di 998 parole, ne erano state scartate 265. Inoltre, dalle matrici dei valori medi dei coefficienti RC risulta che il numero di sovrapposizioni con $RC > 0,03$ è passato da 3, all'inizio del corso, a 25, alla fine del corso. Alcune associazioni possono essere una indicazione di possibili idee sbagliate. Nel test somministrato a 83 studenti all'inizio del corso, allo stimolo 'equilibrio', 9 volte è stato associato 'statico' o 'stasi' e 3 volte 'atomico'; a 'legame', 4 volte è stato associato 'atomico'. Nel test alla fine del corso, ad 'equilibrio' soltanto 3 volte è stato associato 'statico' o 'stasi'.

Il criterio scelto per l'accettazione o per il rifiuto delle risposte rivela la parte soggettiva di questo metodo di valutazione. In questa elaborazione è stato seguito un criterio severo: una parola è stata giudicata 'accettabile' se relativa allo stimolo e scientificamente corretta e appartenete al linguaggio chimico. Parole come 'pelle' o 'shampoo', seppur nel linguaggio comune sono associate al pH, ai fini

di questo studio sono state ritenute inconsistenti. Non si è voluto interferire nell'attribuzione del significato delle parole: 'ossidante' è stato ritenuto diverso da 'ossidazione' come pure 'riducente' da 'riduzione'. A ciascuna delle diverse parole è stato attribuito un codice e i valori calcolati per i coefficienti RC risultano diversi da zero solo quando vengono trovati codici uguali. L'utilizzo di questo criterio può essere il motivo che spiega in parte i relativamente bassi valori, se confrontati con altri studi [42], dei coefficienti RC riportati in Tab. 1: ciò è una indicazione di una debole connessione tra i concetti. D'altra parte i risultati riportati in letteratura si riferiscono ad un argomento del programma, mentre in questo studio gli stimoli essendo riferiti a diversi argomenti del corso di chimica generale, sono molto distanti tra loro nel significato. Un'altra possibile spiegazione potrebbe risiedere nell'organizzazione del corso: un corso di chimica generale svolto nel tempo di 13 settimane non consente a molti studenti di attivare in modo stabile i collegamenti tra mondo microscopico e mondo macroscopico, e i collegamenti cognitivi tra i vari argomenti necessari per la padronanza della materia. L'analisi della tabella 1 mostra che connessioni apprezzabili esistono tra 'reazione' e i concetti 'equilibrio', 'ossidazione-riduzione' e 'mole' ed anche che le sovrapposizioni di 'entalpia' con gli altri stimoli sono molto scarse. L'analisi delle matrici individuali mostra alcune connessioni relativamente forti; risultano diversi valori di $RC > 0,5$ fino ad un valore $a_{1,6} = 0,86$.

Si potrebbe arguire che ad alcune delle parole chiave qui usate si potrebbe sostituire un concetto sovraordinato; come ad esempio a 'orbitale', 'atomo', che attiva parole con un significato più esteso, perciò con una probabilità maggiore di sovrapporsi ad altri stimoli. I risultati di un test analogo, somministrato all'inizio di un altro corso, con un insieme diverso di parole chiave (nuo-

	Test all'inizio del corso	Test alla fine del corso
Numero medio di parole associate:	17,2	54,4
Numero medio di sovrapposizioni:	1,29	10,9
Numero totale di parole differenti	137	334
Numero totale di parole usate	998	3154
Numero totale di parole inconsistenti	265	160

vo set) ottenuto sostituendo 'entalpia' con 'velocità di reazione', 'mole' con 'molecola' e 'orbitale' con 'atomo', confermano questa ipotesi. Il numero di risposte differenti asso-

zionale.

Questo test rivela però che molti studenti hanno nelle loro menti diversi concetti significativi del corso di chimica come isole scarsamente collega-

	vecchio set	nuovo set
Numero di studenti	83	86
Numero medio di parole associate	17,0	19,0
Numero medio di sovrapposizioni	1,40	2,50

ciate ad una parola chiave è una significativa e diretta indicazione della comprensione del concetto, poiché il suo significato aumenta con l'aumento del numero e della complessità dei collegamenti che l'individuo può fare con altri concetti collegati [43]. Per avere una valutazione dei risultati del test Word Association, è stato attribuito un punto per ogni parola "valida" e il punteggio nel test è stato correlato al voto nell'esame finale. La correlazione è stata tentata per gli studenti (43) che hanno superato l'esame entro 1 mese dalla data della somministrazione del test; la sessione di esame successiva era a circa 20 settimane dalla stessa data ed è possibile perciò ritenere che la preparazione in chimica del resto degli studenti al momento del test non fosse approfondita. C'è una correlazione positiva (Coefficiente di correlazione di Pearson: $r = 0,471$ significativo a livello $p < 0,002$) tra il punteggio ottenuto nel test Word Association e il punteggio ottenuto nell'esame tradi-

te tra loro e alla fine del corso non sono in grado di percepire la ricchezza dei collegamenti che esiste tra questi concetti. I collegamenti tra i concetti e le spiegazioni dei fenomeni chimici utilizzando i concetti derivati dalla teoria, non vengono messi in evidenza all'esame, dove viene richiesta la risposta a domande specifiche basate sulle isole della mappa delle frequenze.

Considerazioni finali

In questo studio, il test Word Association è stato utilizzato in due diverse situazioni di conoscenza della chimica generale: i risultati mostrano che è una tecnica importante per rivelare il tipo e il numero dei concetti nella mente dello studente, come pure la forza dei collegamenti che esistono tra essi. Questo test è facile da preparare ed è semplice la sua somministrazione e, indipendentemente dal numero degli studenti, il tempo necessario per completarlo è di appena cinque minuti. La succes-

sione delle parole chiave può essere casuale e diversa in ogni fascicolo, così si previene la possibilità che le risposte ad uno stimolo siano influenzate dall'essere precedute sempre da un altro stesso stimolo [44] e si può eliminare la possibilità che studenti, vicini di banco, si influenzino a vicenda. Dove invece è richiesto molto tempo è nella lunga procedura necessaria per l'elaborazione numerica del test. E' però possibile ottenere una mappa dei concetti dalla frequenza delle risposte e noi insegnanti possiamo essere in grado di formulare un giudizio composito ispezionando il tipo e il numero di risposte ai vari stimoli.

Gli insegnanti possono utilizzare questo metodo per valutare la conoscenza iniziale della materia da parte degli studenti e per favorire l'apprendimento significativo di nuovi concetti; cioè l'apprendimento costruito su concetti che fanno parte della struttura cognitiva posseduta dallo studente. Inoltre è possibile utilizzare questo test come strumento diagnostico sia per verificare i progressi fatti dagli studenti nell'apprendimento della materia, poiché è in grado di evidenziare il numero e la forza dei collegamenti tra i concetti, sia per individuare la mancanza o la debolezza di collegamenti oltre che per evidenziare eventuali idee sbagliate degli studenti. E' perciò uno strumento utile all'insegnante per rendere più efficace il proprio insegnamento.

Appendice

Il coefficiente di connessione è una misura della sovrapposizione tra due parole chiave attraverso la ricerca di parole identiche date come risposte. I coefficienti di connessione vengono calcolati usando la formula di Garskof e Houston [35]:

$$RC = \frac{\bar{A} \cdot \bar{B}}{(A \cdot B) - [n^p - (n - 1)^p]^2}$$

dove:

- \bar{A} rappresenta il rango di una parola condivisa da A e B nella successione di parole sotto A e \bar{B} rappresenta il rango della stessa parola nella successione di parole B. (Più forte è l'associazione, più grande è il numero del rango).
- $A \cdot B$ rappresenta la somma dei prodotti dell'ordine del rango di ciascuna parola in A per il rango della stessa parola in B.
- $A \cdot B$ rappresenta la somma dei prodotti dell'ordine del rango delle parole in A moltiplicate per lo stesso ordine del rango delle parole in B, considerando la lista più lunga.
- n rappresenta il numero di parole nella lista più lunga.
- p rappresenta un numero maggiore di zero che può essere determinato dalla forma della curva di distribuzione della probabilità delle risposte; in questo studio p è stato posto uguale a 1, cosicché tutte le porzioni della distribuzione delle risposte del soggetto hanno ricevuto uguale peso.

In questo caso la formula si riduce a:

$$RC = \frac{\bar{A} \cdot \bar{B}}{(A \cdot B) - 1}$$

Il denominatore si può indicare anche come $\sum n^2 - 1$, dove n è il numero di parole nella lista più lunga. Possiamo illustrare il calcolo del coefficiente RC con due esempi: Parole chiave: 'Mole' e 'Soluzione'.

Associazioni	Rango	Associazioni	Rango
Mole	5	Soluzione	5
N.ro di Avogadro	4	Soluto	4
Reazione	3	Solvente	3
Molecole	2	Reazione	2
		Ioni	1

Nella lista associata a 'mole' appare la parola 'reazione' con rango 3; la stessa parola compare nella lista associata a 'soluzione' e in questa lista ha rango 2.

Parole che si sovrappongono: reazione.

$A = [3]$, ovvero il rango con cui le parole comuni (reazione) compaiono nella lista associata a 'mole'.

$B = [2]$, ovvero il rango con cui le parole comuni (reazione) compaiono nella lista associata a 'soluzione'.

$A = [5\ 4\ 3\ 2\ 1] = B$

$$RC = \frac{[3][2]}{[5\ 4\ 3\ 2\ 1] \begin{matrix} [5] \\ [4] \\ [3] \\ [2] \\ [1] \end{matrix} - 1} = \frac{3*2}{5*5 + 4*4 + 3*3 + 2*2} = 0,11$$

Questo valore del coefficiente di connessione indica una modesta relazione tra 'Mole' e 'Soluzione'. Consideriamo ora un altro esempio: parole chiave: pH e Soluzione

Associazioni	Rango	Associazioni	Rango
pH	5	Soluzione	5
Acido	4	Acida	4
Basico	3	Basica	3
Neutro	2	Acquosa	2
Idrolisi	1	Neutra	1

Nella lista associata a 'pH' compaiono le parole 'acido', 'base' e 'neutro', con rango rispettivamente 4, 3 e 2; le stesse parole sono riportate nella lista associata a 'soluzione' con rango 4, 3 e 1, rispettivamente.

Si ha che: $\underline{\quad}$

$A = [4\ 3\ 2]$; $B = [4\ 3\ 1]$ e $A = [5\ 4\ 3\ 2\ 1] = B$, risultando ancora $n = 5$.

$$RC = \frac{[4\ 3\ 2] \begin{matrix} [4] \\ [3] \\ [1] \end{matrix}}{[5\ 4\ 3\ 2\ 1] \begin{matrix} [5] \\ [4] \\ [3] \\ [2] \\ [1] \end{matrix} - 1} = \frac{4*4 + 3*3 + 2*1}{5*5 + 4*4 + 3*3 + 2*2} = 0,50$$

Questo valore di RC indica una connessione tra 'pH' e 'Soluzione' abbastanza forte.

Bibliografia

[1] W. G. Chase, H. A. Simon, Perception in chess, *Cognit. Psychol.*, 1973, **4**, 55-81.

[2] J. A. Feldman, Neural Representation of Conceptual Knowledge, in N. E. Sharkey, (Ed.), *Models of Cognition A Review of*

Cognitive Science, Vol. One, Ablex: Norwood, N. J., 1989, p. 263-299; R. L. Solso, *Cognitive Psychology*, Allyn & Bacon: Boston, 1995, cap. 8.

[3] G. McKoon, R. Ratcliff, Priming in Episodic and Semantic Memory, *J. Verb. Learn. Verb. Behav.*, 1979, **18**, 463-480;

K. M. Fisher, Semantic networking: the new kid on the block, *J. Res. Sci. Teach.*, 1990, **27**, 1001-1018; J. R. Anderson, *Cognitive psychology and its implications*, 4th Ed., W. H. Freeman and Co.: New York, 1995, p. 148-154.

[4] A. M. Collins, M. R. Quillian, Retrieval

- Time from Semantic Memory, *J. Verb. Learn. Verb. Behav.*, 1969, **8**, 240-247.
- [5] A. M. Collins, E. F. Loftus, A Spreading-Activation Theory of Semantic Processing, *Psychol. Rev.*, 1975, **82**, 407-428; R. E. Warren, Time and the Spread of Activation in Memory, *J. Exp. Psychol. Hum. Learn. Mem.*, 1977, **3**, 458-466; J. R. Anderson, A Spreading Activation Theory of Memory, *J. Verb. Learn. Verb. Behav.*, 1983, **22**, 261-295; E. Tulving, D. L. Schacter, Priming and Human Memory Systems, *Science*, 1990, **247**, 301-306; A. Henik, F. J. Friedrich, J. Tzelgov, S. Tramer, Capacity demands of automatic processes in semantic priming, *Mem. Cognit.*, 1994, **22**, 157-168; D. Reisberg, *Cognition. Exploring the Science of the Mind*, Norton & Co., Inc.: New York, 1997, p. 265-273.
- [6] E. B. Hunt, J. Davidson, M. Lansman, Individual differences in long-term memory access, *Mem. Cognit.*, 1981, **9**, 599-608; J. R. Anderson, Retrieval of Information from Long-Term Memory, *Science*, 1983, **220**, 25-30; F. Crick, The recent excitement about neural networks, *Nature*, 1989, **337**, 129-132; J. R. Anderson, *Cognitive psychology and its implications*, 4th Ed., W. H. Freeman and Co.: New York, 1995, p. 180-186.
- [7] P. L. Pirolli, J. R. Anderson, The role of practice in fact retrieval, *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cognit.*, 1985, **11**, 136-153. Si veda anche: A. Newell, P. S. Rosenbloom, Mechanisms of Skill Acquisition and the Law of Practice, in J. R. Anderson, (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*, Erlbaum: Hillsdale, NJ, 1981, p. 1-55.
- [8] P. E. Johnson, T. E. Curran, D. L. Cox, A model for Knowledge of Concepts in Science, *J. Res. Sci. Teach.*, 1971, **8**, 91-95.
- [9] R. J. Shavelson, Some aspects of the correspondence between the content structure and cognitive structure in physics instruction, *J. Educ. Psychol.*, 1972, **63**, 225-234.
- [10] R. J. Shavelson, Methods for examining representations of a subject-matter structure in a student's memory, *J. Res. Sci. Teach.*, 1974, **11**, 231-249.
- [11] R. J. Shavelson, G. C. Stanton, Construct validation: methodology and application to three measures of cognitive structure, *J. Educ. Measurement*, 1975, **12**, 67-85.
- [12] P. F. W. Preece, Mapping Cognitive Structure: A Comparison of Methods, *J. Educ. Psychol.*, 1976, **68**, 1-8.
- [13] M. Gorodetsky, R. Hoz, Use of Concept Profile Analysis to Identify Difficulties in Solving Science Problems, *Sci. Educ.*, 1980, **64**, 671-678.
- [14] R. J. Osborne, A Method for Investigating Concept Understanding in Science, *Eur. J. Sci. Educ.*, 1980, **2**, 311-321.
- [15] A. B. Champagne, L. E. Klopfer, A. T. Desena, D. A. Squired, Structural representations of students' knowledge before and after science instruction, *J. Res. Sci. Teach.*, 1981, **18**, 97-111.
- [16] G. J. Posner, W. A. Gertzog, The Clinical Interview and the Measurement of Conceptual Change, *Sci. Educ.*, 1982, **66**, 195-209.
- [17] G. P. Matthews, V. G. Brook, T. H. Khan-Gandapur, Cognitive structure determinations as a tool in science teaching. Part 1: A new method of creating concept maps, *Eur. J. Sci. Educ.*, 1984, **6**, 169-177.
- [18] M. Naveh-Benjamin, W. J. McKeachie, Y.-G. Lin, D. G. Tucker, Inferring Students' Cognitive Structures and Their Development Using the "Ordered Tree Technique", *J. Educ. Psychol.*, 1986, **78**, 130-140.
- [19] P. R. P. MacGuire, A. H. Johnstone, Techniques for investigating the understanding of concepts in science, *Int. J. Sci. Educ.*, 1987, **9**, 565-577.
- [20] R. White, R. Gunstone, *Probing Understanding*, The Falmer Press: London, 1996.
- [21] J. Deese, On the structure of associative meaning, *Psychol. Rev.*, 1962, **69**, 161-175.
- [22] P. E. Johnson, Word relatedness and problem solving in high-school physics, *J. Educ. Psychol.*, 1965, **56**, 217-224.
- [23] P. E. Johnson, Some psychological aspects of subject-matter structure, *J. Educ. Psychol.*, 1967, **58**, 75-83.
- [24] R. W. Weisberg, Sentence processing assessed through intrasentence word associations, *J. Exp. Psychol.*, 1969, **82**, 332-338.
- [25] W. E. Geeslin, R. J. Shavelson, An Exploratory Analysis of the Representation of a Mathematical Structure in Students' Cognitive Structures, *Am. Educ. Res. J.*, 1975, **12**, 21-39.
- [26] P. F. W. Preece, Associative structure of science concepts, *Br. J. Educ. Psychol.*, 1976, **46**, 174-183.
- [27] P. F. W. Preece, Associative structure and the schema of proportionality, *J. Res. Sci. Teach.*, 1978, **15**, 395-399.
- [28] R. F. Kempa, C. E. Nicholls, Problem-solving ability and cognitive structure - an exploratory investigation, *Eur. J. Sci. Educ.*, 1983, **5**, 171-184.
- [29] A. H. Johnstone, T. F. Moynihan, The relationship between performances in word association tests and achievement in chemistry, *Eur. J. Sci. Educ.*, 1985, **7**, 57-66.
- [30] A. F. C. Cachapuz, R. Maskill, Detecting changes with learning in the organization of knowledge: Use of word association tests to follow the learning of collision theory, *Int. J. Sci. Educ.*, 1987, **9**, 491-504.
- [31] E. Gussarsky, M. Gorodetsky, On the chemical equilibrium concept: Constrained word associations and conception, *J. Res. Sci. Teach.*, 1988, **25**, 319-333.
- [32] R. Maskill, A. F. C. Cachapuz, Learning about the chemistry topic of equilibrium: the use of word association tests to detect developing conceptualizations, *Int. J. Sci. Educ.*, 1989, **11**, 57-69.
- [33] A. F. C. Cachapuz, R. Maskill, Using word association in formative classroom tests: following the learning of Le Chatelier's principle, *Int. J. Res. Sci. Educ.*, 1989, **11**, 235-246.
- [34] T. P. McNamara, Theories of Priming: I. Associative Distance and Lag, *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cognit.*, 1992, **18**, 1173-1190.
- [35] B. E. Garskof, J. P. Houston, Measurement of verbal relatedness: An idiographic approach, *Psychol. Rev.*, 1963, **70**, 277-288.
- [36] Y. Waern, Structure in similarity matrices, *Scand. J. Psychol.*, 1972, **13**, 5-16.
- [37] Rif. 20, p. 154.
- [38] Rif. 9, p. 227.
- [39] Rif. 21 p. 164-165; L. J. Rips, E. J. Shoben, E. E. Smith, Semantic Distance and the Verification of Semantic Relations, *J. Verb. Learn. Verb. Behav.*, 1973, **12**, 1-20; Rif. 12, p. 4; P. F. W. Preece, Exploration of Semantic Space: Review of Research on the Organization of Scientific Concepts in Semantic Memory, *Sci. Educ.*, 1978, **62**, 547-562, p. 548.
- [40] H. A. Witkin, D. R. Goodenough, *Cognitive styles: essence and origins. Field dependence and field independence*, International Universities Press, Inc.: New York, 1981, cap. 2.
- [41] M. Bahar, A. H. Johnstone, R. G. Sutcliffe, Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests, *J. Biol. Educ.*, 1999, **33**, 134-141.
- [42] Rif. 23, p. 80; rif. 28, p. 178-179; rif. 30, p. 496.
- [43] "... word meanings, or concepts, are like mathematical points: They have few qualities other than their relationships with other concepts.", rif. 12, p. 1; "... a concept is never isolated in our memory, but embedded in a network of associations which colour the concept with sensory attributes, emotions, and with other concepts.", G. Schaefer, Concept Formation in Biology: The Concept "Growth", *Eur. J. Sci. Educ.*, 1979, **1**, p. 89; "Relations between concepts are as important as the concepts themselves because they provide much of the context in which each concept acquires a specific meaning", W. de Vos, B. van Berkel, A. H. Verdonk, A Coherent Conceptual Structure of the Chemistry Curriculum, *J. Chem. Educ.*, 1994, **71**, p. 743.
- [44] Rif. 30, p. 493-494.

L'ENERGIA IN CHIMICA

Un percorso didattico per il biennio delle superiori

Riassunto

Viene proposto un percorso didattico per l'introduzione del concetto di energia nei corsi di chimica del biennio delle scuole superiori. L'impostazione parte dal presupposto che non sia stato ancora seguito alcun corso di fisica e si basa sui concetti di movimento e di velocità, già familiari all'età di 14 anni.

Abstract

In this paper the authors suggest a teaching activity introducing the concept of energy. This activity is aimed at secondary students who never studied physics before. The general lines of this teaching activity are based on the concepts of movement and speed, which teenagers have already taken in.

Premessa

L'impostazione prevalente

L'introduzione del concetto di energia nei libri di testo di chimica[1] delle scuole superiori non è oggetto di particolare attenzione, nonostante esso sia un prerequisito importante non posseduto dalla maggior parte degli alunni.

L'argomento è solitamente affrontato in uno dei modi seguenti:

- Il concetto viene dato per scontato.
- L'argomento non viene trattato, si rimanda esplicitamente ai corsi di fisica.
- L'esposizione si basa sulle due definizioni: <<l'energia è la capacità di compiere lavoro>>¹ e <<il lavoro è il prodotto della forza applicata per lo spostamento>>.

Le prime due impostazioni evitano semplicemente il problema, la terza ha il limite di essere quasi incomprensibile per gli studenti cui è diretta. Le difficoltà di comprensione possono essere ridotte definendo il lavoro come <<qualsiasi processo equivalente al sollevamento di un peso>>[2],

G. SCIOLLA(*)
M. SPEZZIGA(**)

ma la definizione di energia resta insoddisfacente, anche perché sbagliata[3][4] fuori dell'ambito della dinamica.

Poiché non è opportuno rinviare la comprensione di questo concetto ad anni successivi, bisogna predisporre una impostazione semplificata, "su misura" per i corsi di chimica.

Un percorso didattico alternativo

Abbiamo esaminato, a questo scopo, il modo in cui l'argomento viene presentato in alcuni libri delle medie e delle elementari. Il risultato è stato assai deludente: si ha spesso l'impressione di leggere il riassunto di testi di ordini scolastici superiori e quasi sempre <<energia è capacità di compiere lavoro>> e <<lavoro è forza per spostamento>>.

Un approccio completamente diverso, più adeguato ai nostri scopi, è stato individuato in un testo divulgativo di Vittorio Silvestrini[5]: da esso abbiamo tratto spunto per impostare le nostre lezioni sull'argomento.

Esso si basa sui concetti di movimento e di velocità, familiari agli studenti del primo anno di superiori. Ricordiamo a questo proposito che Piaget dimostrò come, a livello intuitivo, il concetto di velocità sia acquisito molto precocemente, prima dello stesso concetto di tempo[6]. Inoltre G. Toraldo di Francia, partendo dalle conclusioni di Piaget, ha sottolineato l'innaturalità del presentare la velocità come grandezza derivata e ha suggerito la sua introduzione come grandezza fondamentale. [6]

L'impostazione proposta, avendo intento introduttivo, non può essere una trattazione "rigorosa": essa invece è legata in gran parte al <<procedimento intuitivo, che rappresen-

ta la prima forma di conoscenza, preliminare a successivi apprendimenti>>[7].

L'ENERGIA CINETICA

1. Il concetto di energia si può introdurre a partire dalla sua forma più semplice da discutere: l'energia di movimento (energia cinetica). Si può iniziare, cioè dando una prima parziale definizione di energia nei seguenti termini: **L'energia è la proprietà che un corpo possiede per il fatto di essere in movimento e cresce con l'aumentare della velocità.** Tutti gli alunni sanno riconoscere un oggetto in movimento e sanno che "l'intensità" del movimento è misurata dalla velocità (km/h o m/s).

2. Ci sono due domande alle quali saper rispondere, per afferrare il concetto di energia cinetica:

- Di quanto varia l'energia cinetica all'aumentare della velocità?
- Esistono altre caratteristiche dell'oggetto, oltre la velocità, da cui dipende l'energia cinetica? Se sì, quali?

3. In base alla definizione appena fornita di energia, gli studenti sono portati ad ipotizzare una proporzionalità diretta tra energia cinetica e velocità. Si possono allora informare gli studenti che alcune grandezze, come gli spazi di arresto delle automobili, dipendono in modo direttamente proporzionale dalla energia cinetica del veicolo: pertanto la relazione esistente tra spazi di arresto e velocità ci fornirà il tipo di relazione esistente tra energia cinetica e velocità. Questo esame è facilitato dal fatto che lo spazio di arresto è una delle caratteristiche delle automobili documentate dalle stesse case costruttrici o, comunque, prese in considerazione dai test eseguiti dalle riviste del settore. La tabella n°1 contiene i dati ripresi e riadattati da una di tali riviste[8].

Che cosa succede allo spazio di arresto se la velocità dell'automobile raddoppia? E' opportuno far rispondere gli alunni prima di mostrare i dati della tabella, in quanto le loro convinzioni sono in contrasto con la ri-

(*) Istituto Tecnico per Geometri
"F. Brunelleschi", Oristano

(**) Istituto Tecnico per Geometri
"Nervi", Selargius (CA)

¹ Con le varianti "capacità di compiere lavoro e scambiare calore", "capacità di compiere lavoro, produrre calore o luce"

Tabella 1. Spazi di arresto e velocità

Velocità (km/h)	Spazi di arresto (m)
30	3,7
50	10,3
60	14,8
90	33,2
100	41,0
110	49,6
120	59,0
140	80,3

sposta corretta: questo costituisce un'ottima motivazione (dissonanza cognitiva) per la discussione successiva e per un eventuale approfondimento riguardante l'educazione stradale. Dall'esame della tabella si può ricavare che lo spazio di arresto non dipende in modo direttamente proporzionale dalla velocità, infatti a 60 km/h esso è quadruplo rispetto a quello richiesto a 30 km/h. Poiché gli spazi di arresto sono direttamente proporzionali al quadrato della velocità anche l'energia cinetica è direttamente proporzionale al quadrato della velocità.

4. Per rispondere alla seconda domanda del punto n°2 non possiamo confrontare gli spazi di arresto di veicoli di massa diversa viaggianti alla stessa velocità. Infatti l'efficienza dei freni aumenta all'aumentare del carico e mezzi diversi hanno impianti frenanti diversi. Si può ricorrere alla considerazione che *l'effetto, lo sconquasso* provocato da un urto, ad esempio di un'automobile contro un muro, dipende dall'energia cinetica del veicolo al momento dell'urto stesso. *A parità di velocità, lo sconquasso prodotto dall'urto di un camion sarà lo stesso di quello prodotto da un'utilitaria? No! Perché?* Perché il camion è più grande, ha una massa maggiore. (Lo *sconquasso* non è certamente una grandezza misurabile[9], ma il concetto è abbastanza intuitivo e aiuta a trarre conclusioni corrette nella discussione dell'argomento in esame). La proporzionalità diretta tra energia cinetica e massa può essere ricavata *intuitivamente* esaminando mezzi di trasporto in movimento come camion con rimorchio o treni con più vagoni. Un convoglio di due vagoni della stessa massa avrà un'energia cinetica doppia di quella posseduta da ciascuno di essi, alla stessa velocità.

5. A questo punto è possibile introdurre, naturalmente senza alcuna *dimostrazione*, la relazione $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.

18

se in precedenza e la si può usare per definire il joule come **l'energia di un oggetto di 2 kg che si muove alla velocità di 1 m/s**. Per acquisire confidenza con la "grandezza" del joule, si possono calcolare energie cinetiche tipiche di un uomo che cammina o che corre, di un'auto che viaggia in città o in autostrada, ... Il concetto di energia cinetica, una volta appreso, può essere utilizzato per introdurre le altre forme di energia.

6. Si può infatti completare la 'definizione' di energia nel modo seguente: **Energia è, non solo energia di movimento ma anche ciò che può essere ottenuto dall'energia di movimento e ciò che può essere trasformato in energia di movimento.**

L'ENERGIA POTENZIALE

7. L'energia potenziale può essere presentata discutendo l'esperienza concettuale proposta a questo riguardo da Silvestrini[5] di un vagoncino, sprovvisto di motore, che si muove su un binario, il cui primo breve tratto pianeggiante è seguito da una lunga salita. Con il contributo degli studenti si descrive ciò che accade al vagoncino: nel tratto pianeggiante (breve) esso procede approssimativamente sempre alla stessa velocità, rallenta quando inizia la salita fino a fermarsi, quindi procede a ritroso accelerando durante la discesa e, una volta raggiunto il tratto rettilineo, riacquista approssimativamente la velocità iniziale.

8. Si discute quindi l'energia cinetica posseduta dal vagoncino nei vari tratti del percorso, in base all'andamento delle velocità presentato nel punto precedente. *Che cosa succede quando inizia la salita? Quanta energia cinetica ha il vagoncino nell'istante in cui si ferma, prima di ridiscendere in direzione opposta? Che cosa succede all'energia cinetica del vagoncino durante la discesa? Quanta sarà l'energia cinetica una volta raggiunto nuovamente il tratto rettilineo?* Il punto focale è chiedersi in che cosa si trasforma l'energia cinetica perduta e successivamente che cosa si ritrasforma nella stessa. Il vagone perde energia cinetica portandosi "**più in alto**" e acquista energia cinetica portandosi "**più in basso**".

9. In base al punto n°6 si conclude che "essere in alto" equivale al possedere energia. Quando il vagoncino è in alto ha una forma di energia do-

vuta alla sua posizione (ha energia di **posizione, posizionale** o **potenziale**).

PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE E ALTRE FORME DI ENERGIA

10. Utilizzando la "definizione" al punto n°6 si possono unificare le conoscenze già possedute dagli allievi su altre forme di energia (energia elettrica, energia chimica,...). Al riguardo si possono discutere esempi di trasformazione di energia cinetica in questi tipi di energia e viceversa. Data la sua maggiore complessità, è meglio rinviare un po' la discussione sull'energia termica.

11. Una volta acquisita maggiore familiarità con l'energia e le sue forme si può enunciare e discutere il principio di conservazione dell'energia: **l'energia non può essere né creata né distrutta, in un sistema isolato la sua quantità totale resta costante (si conserva). Essa può essere trasformata (da una forma ad un'altra), trasferita (da un oggetto ad un altro), accumulata.**[5]

L'ENERGIA TERMICA

12. L'energia termica può essere introdotta con una esperienza concettuale analoga a quella utilizzata nella discussione della energia potenziale. Un vagoncino procede su un tratto di binario pianeggiante: che cosa succede se si aziona il freno fino all'arresto? In che cosa si è trasformata l'energia cinetica?

13. Utilizzando anche esempi analoghi più familiari (fermare una ruota di bicicletta con una mano) si fa osservare che si scaldano i freni, le ruote, i binari. Compare una nuova forma di energia: l'energia termica. L'aumento di energia termica è segnalato generalmente da un aumento di temperatura, così come l'aumento di energia potenziale è segnalato da un aumento dell'altezza a cui si trova l'oggetto.

14. Il superamento della confusione, spesso frequente negli alunni, tra energia termica e temperatura può essere ottenuto con un cenno al modello cinetico - corpuscolare della materia. In questo ambito si può definire l'energia termica come somma delle energie dei moti dovuti all'agitazione termica e illustrare la relazione tra temperatura ed energia cinetica media delle particelle stesse.

ENERGIA POTENZIALE E DISTANZA

15. Prima di affrontare lo studio della

struttura dell'atomo (modello a orbitali o, preferibilmente, modello a strati basato sulle energie di ionizzazione successive[10]) è opportuno mostrare che l'energia potenziale è legata alla presenza di forze (gravitazionale, elettrica) e mostrare qualitativamente come essa vari al variare della distanza: diminuisce nelle posizioni in cui l'oggetto si porta acquistando energia cinetica a spese della propria energia potenziale.

16. Se tra due oggetti vi è una forza attrattiva (gravitazionale, elettrica) la loro energia potenziale aumenta all'aumentare della distanza; se tra due oggetti vi è una forza repulsiva (elettrica) la loro energia potenziale diminuisce all'aumentare della distanza.

17. Il punto precedente è utile per capire come varia l'energia potenziale degli elettroni nell'atomo e per discutere i valori delle energie di ionizzazione successive.

18. E' possibile utilizzare queste ultime considerazioni per spiegare l'energia di reazione.

19. Possono essere oggetto di approfondimento le modalità di trasferimento dell'energia: in particolare il calore ed il lavoro. **Il lavoro è qualsiasi processo equivalente al sollevamento di** un corpo. Esso può essere calcolato come $W = F \times s$ (questa

espressione diventa in questo modo il punto di arrivo e non di partenza del percorso didattico). Utilizzando i concetti di calore e lavoro potrebbero essere ridiscussi gli esempi e le definizioni già dati in precedenza, realizzando così un percorso a spirale. È alquanto probabile, tuttavia, che questa rivisitazione sia lasciata all'insegnante di fisica.

Conclusioni

Questa impostazione semplificata è da noi utilizzata da oltre dieci anni con studenti del primo anno degli Istituti Tecnici per Geometri. Il tempo richiesto per lo svolgimento è accettabile e, in ogni caso, esso è ampiamente recuperato in seguito, grazie alla migliore capacità di comprensione e di apprendimento che derivano da una piena padronanza dei prerequisiti. Questa impostazione, inoltre, non è stata di alcun ostacolo al successivo approfondimento degli stessi concetti nell'insegnamento della fisica.

Bibliografia

- [1] AA. VV., *Conoscere la chimica*, Zanichelli, Bologna, 1990 – V. Amendola, G. Rizzelli, *Chimica per concetti*, Etas Libri, Milano, 1998 – A. Bargellini, *Chimica*, Signorelli, Milano, 1997 – D. Bovi, G. Favero, *Chimica*, Etas Libri, Milano, 1997 – M. Cioffi, *Come fare chimica oggi*, SEI, Torino, 1990 – G. Fabbri (a cura di), *Itine-*

rari di chimica, Calderini, Bologna, 1991 – F. Olmi, T. Pera, *ChimicaMente*, McGraw Hill, Milano, 1998 – S. Passannanti, S. Ponente, *Corso di chimica con esperienze di laboratorio*, Tramontana, 1994 – R. Pentimalli, *Il multilibro di chimica*, La Scuola, Brescia, 1997 – P. Pistarà, *Nuova Chimica*, Atlas, Bergamo, 1995 – F. Randazzo (a cura di) *Invito alla chimica*, Marietti, Casale Monferrato, 1991 – B. Slater, J. Thomson, *Chimica*, Morano, Napoli, 1991 – S. Zumdhal, *Chimica*, Etas Libri, Milano, 1993.

[2] P.W. Atkins, *Il secondo principio*, Zanichelli, Bologna, 1988 pag. 24

[3] L. Viglietta, Una definizione molto usata ma scorretta, *La Fisica nella Scuola, Speciale: L'insegnamento del II Principio della Termodinamica*, 1989, Anno XXII n. 2, pag. 84

[4] J. Ogborn, La storia di "X", *La Fisica nella Scuola, inserto allo Speciale: L'insegnamento del II Principio della Termodinamica*, 1989, Anno XXII n. 2, pag. 24

[5] V. Silvestrini, *Che cos'è l'entropia?*, Editori Riuniti, Roma, 1985 pagg. 10-28.

[6] G. Toraldo di Francia, *L'indagine del mondo fisico*, Einaudi, Torino, 1976 pag 85

[7] Apprendimento e istruzione secondo J. S. Bruner, in P. Boscolo, *Psicologia dell'apprendimento scolastico. Aspetti cognitivi e motivazionali*, Utet, Torino, 1997, pag. 11.

[8] Auto, marzo 1995, pag 197 Conti Editore, Bologna.

[9] G. Tonzig, *100 errori di fisica*, Sansoni, Firenze, 1991, pag. 92

[10] P. Mirone Energie di ionizzazione e struttura elettronica dell'atomo, *La Chimica nella Scuola*, n°3 1987, pag. 12



EDICHEM99

LA CHIMICA NELLA PROSPETTIVA
DEL NUOVO SECOLO

Dipartimento di Chimica
Università di Bari



Società Chimica Italiana
Divisione di Didattica

discutere le problematiche scolastiche siano ancora ampi.

Riportiamo in sintesi i resoconti dei coordinatori delle varie sessioni

SCI, Divisione di Didattica Chimica
Assemblea dei Soci della Divisione
Bari, 14 dicembre 1999

Relazione del Presidente

(lcerruti@ch.unito.it)

Per i Soci della Divisione l'assemblea annuale non è un atto formale, che si compie per dovere statutario, ma è il luogo privilegiato per fare un consultivo dell'attività che si è svolta nell'anno appena trascorso, e per discutere il futuro della Divisione sotto forma di progetti concreti. La scorsa assemblea si tenne nel corso della Conferenza sulla didattica della chimica, organizzata splendidamente dai Colleghi di Bologna nel dicembre 1998. Già in quella occasione sentimmo quanto fosse stata valida l'opera dei Presidenti, professori Paolo Edgardo Todesco (todesco@ms.fci.unibo.it) e Eugenio Torracca (Torracca@uniroma3.it),

Tre anni dopo l'esperienza, vissuta durante il X Congresso svoltosi a Verbania presso l'ITI "Cobianchi", la Divisione ha tenuto il suo XI Congresso a Bari, sede prestigiosa che ricorda l'attività pionieristica profusa dal prof. Vito Donato Bianco nel campo della didattica.

CnS si associa ai ringraziamenti, espressi da più parti, per la riuscita dell'impresa organizzativa non indifferente rivolti al Comitato Organizzatore ed in particolare al prof. Salvatore Doronzo.

Va posto l'accento sulle difficoltà incontrate a causa delle defezioni di alcuni

relatori. A queste difficoltà è stato possibile far fronte attingendo alle risorse della Divisione, che in questa occasione ha messo in campo relatori e contenuti di qualità elevata.

Quanto detto in precedenza ha portato ad avere una più elastica scaletta degli interventi che ha favorito una più vivace discussione sui temi del Congresso, sulle prospettive e sugli orizzonti (sempre nebulosi) che si affacciano sul mondo della scuola. E' stato lasciato spazio agli interventi degli insegnanti, puntuali e costruttivi; per il futuro è auspicabile che gli spazi per



Continua alla pagina 26

CALCOLI STECHIOMETRICI

In questo numero viene riportata la risoluzione del problema n. 1 riportato su *La Chimica nella Scuola*, 1999, **XXI**, 25:

Un miscuglio contenente NaCl, NaClO₃ e KClO₃ dà all'analisi 33,40% di ossigeno e 16,00% di sodio. Calcolare la percentuale di potassio nel miscuglio.

A questo problema hanno proposto soluzioni i lettori **Francesco Orlando**, Reggio Emilia; **Luigi Mauro**, Castrovillari (CS) ed **Eugenio Rosin**, S. Giovanni di Casarsa (PN).

Il problema proposto è strutturalmente analogo ad un problema precedentemente pubblicato [1]; tutti e tre i lettori hanno risolto il problema facendo ricorso ad un sistema di equazioni lineari. Francesco Orlando ha calcolato la percentuale di sodio ed ossigeno nelle tre sostanze:

$$\begin{aligned} a &= 39,339 \% \text{ Na in NaCl;} \\ b &= 21,599 \% \text{ Na in NaClO}_3; \\ c &= 45,096 \% \text{ O in NaClO}_3; \\ d &= 39,168 \% \text{ O in KClO}_3. \end{aligned}$$

Una opportuna composizione del miscuglio permette di ottenere i dati analitici riportati nel testo. Indicando con x la frazione di NaCl nel miscuglio, con y la frazione di NaClO₃ e con $(1 - x - y)$ la frazione di KClO₃ nel miscuglio, si ha:

$$\begin{aligned} ax + by &= 16,00 \\ cy + d(1 - x - y) &= 33,40 \end{aligned}$$

Impiegando il metodo di sostituzione e ponendo $y = (16,00 - ax)/b$, si ottiene:

$$x = [16,00(c - d) - 33,40b + bd] / (bd + ac - ad)$$

mentre ponendo $x = (16,00 - by)/a$, si ottiene:

$$y = (16,00d + 33,40a - ad) / (bd + ac - ad)$$

La frazione di KClO₃ nel miscuglio è:

$$1 - x - y = [ac - 16,00c + 33,40(b - a)] / (bd + ac - ad) = 0,42623$$

Poichè la percentuale di potassio in KClO₃ è 31,905%, si ottiene:

$$(0,42623 \text{ g KClO}_3 / 1,000 \text{ g msc}) \times (31,905 \text{ g K} / 100,0 \text{ g KClO}_3) = 13,60 \% \text{ K nel miscuglio.}$$

Le altre due soluzioni proposte sono analoghe. Calcolati i pesi molecolari: 1 mol NaCl \equiv 58,44 g NaCl
1 mol NaClO₃ \equiv 106,4 g NaClO₃
1 mol KClO₃ \equiv 122,6 g KClO₃

dai dati del problema, Luigi Mauro calcola il numero di moli di sodio e di ossigeno:

$$\begin{aligned} 16,00 \text{ g Na} / (22,99 \text{ g Na/mol Na}) &= \\ &= 0,69595 \text{ mol Na} \\ 33,40 \text{ g O} / (16,00 \text{ g O/mol O}) &= \\ &= 2,0875 \text{ mol O.} \end{aligned}$$

Come base per il calcolo si riferisce a 100,0 g di miscuglio: se x sono i grammi di NaCl, y i grammi di NaClO₃ e z i grammi di KClO₃, si ha che $x + y + z = 100,0$ g.

Utilizza il sistema:

$$\begin{aligned} x \text{ g NaCl} / (58,44 \text{ g NaCl} / 1 \text{ mol NaCl}) + \\ + y \text{ g NaClO}_3 / (106,4 \text{ g NaClO}_3 / 1 \text{ mol NaClO}_3) &= 0,69595 \text{ mol Na} \\ 3y \text{ g NaClO}_3 / (106,4 \text{ g NaClO}_3 / 1 \text{ mol NaClO}_3) + 3z \text{ g KClO}_3 / (122,6 \text{ g KClO}_3 / 1 \text{ mol KClO}_3) &= 2,0875 \text{ mol O} \end{aligned}$$

Risolvendo, ottiene: 20,332 g di NaCl, 37,045 g di NaClO₃ e 42,623 g di KClO₃.

$(42,623 \text{ g KClO}_3 / 100,0 \text{ g msc})(31,10 \text{ g K} / 122,6 \text{ g KClO}_3) = 13,59 \% \text{ K nel miscuglio.}$

Eugenio Rosin utilizza lo stesso sistema di equazioni, scegliendo come base per il calcolo 1,000 g di miscuglio. Queste due ultime soluzioni proposte utilizzano i rapporti stechiometrici per calcolare la quantità di ossigeno contenuta in NaClO₃ e in KClO₃. E' questo un passaggio ovvio per noi

esperti, ma delicato per i nostri studenti; se non opportunamente allenati in queste operazioni logiche, molti dei nostri studenti sbagliano la risoluzione [2]. Essendo i dati del problema a 4 cifre significative, il loro errore percentuale massimo è $100(1/1000) = 0,1\%$. Per non aumentare l'errore percentuale, nei calcoli intermedi è meglio utilizzare una cifra significativa in più, rispetto a quelle necessarie.

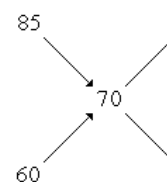
Verifica

In 100,0 g di miscuglio sono contenuti:

$$\begin{aligned} 16,00 \text{ g Na;} \\ 37,00 \text{ g Cl;} \\ 33,40 \text{ g O;} \\ 13,60 \text{ g K.} \end{aligned}$$

Francesco Orlando suggerisce anche un'altra soluzione basata sulla "regola della croce"; regola che è codificata da qualche parte nella memoria a lungo termine di tutti noi chimici (almeno quelli tra noi della vecchia scuola). La regola della croce (o regola delle miscele) [3] di solito viene utilizzata per determinare i rapporti di miscele quando si devono mescolare due soluzioni della stessa sostanza a concentrazione nota, oppure si vuole diluire una soluzione col solvente puro per ottenere una soluzione a concentrazione intermedia tra le due di partenza.

Ad esempio, consideriamo il caso: si hanno due soluzioni, l'una all'85% e l'altra al 60%; si vuole ottenere una soluzione al 70%. Si opera nel modo seguente. Si costruisce la croce, mettendo in alto a sinistra la concentrazione maggiore, in basso quella più piccola (nel caso del solvente puro, si mette 0) e al centro la concentrazione della soluzione che si vuole ottenere:



Si fanno poi le differenze: $85 - 70 = 15$ e $70 - 60 = 10$. Si riportano questi valori nelle posizioni a destra nella croce, in basso e in alto, rispettivamente.

Si devono mescolare perciò 10 parti di soluzione all'85% con 15 parti di soluzione al 60% e si ottengono 25 parti di soluzione al 70%. "Parti" significano parti in peso (massa), se la concentrazione è espressa in percento in peso oppure parti in volume se la concentrazione è espressa in percento in volume.

La procedura di calcolo, utilizzata dal lettore, è ingegnosa e vale la pena di riportarla. Si parte dalla composizione percentuale delle sostanze:

	%Na	%Cl	%O	%K
NaCl	39,339	60,661	0	0
NaClO ₃	21,599	33,305	45,096	0
parti di miscuglio 1	28,927	39,168	31,905	

1) miscuglio 1 (NaCl + NaClO₃):

100,0 g di miscuglio 1 contengono 25,94 g NaCl e 74,06 g di NaClO₃. In modo analogo calcola la composizione di un miscuglio di NaCl e KClO₃ che contiene il 33,40% di ossigeno.

2) miscuglio 2 (NaCl + KClO₃):

100,0 g di miscuglio 2 contengono 14,73 g NaCl e 85,27 g di KClO₃.

Gennaio - Febbraio 2000

La composizione percentuale dei miscugli 1 e 2, risulta:

	%Na	%Cl	%O	%K
Miscuglio 1	26,200	40,400	33,400	0
Miscuglio 2	5,793	33,600	33,400	27,207

Ora, qualunque combinazione dei miscugli precedenti contiene il 33,40% di ossigeno; in quale rapporto è necessario mescolare i miscugli 1 e 2 per ottenere un miscuglio che contiene il 16,00 % di sodio?

100,0 g del miscuglio ottenuto contengono 50,02 g di miscuglio 1 e 49,98 g di miscuglio 2. Il miscuglio risultante ha la seguente composizione:

20,332 g di NaCl, 37,045 g di NaClO₃ e 42,623 g di KClO₃.

Il lettore Orlando propone anche un'altra soluzione, sempre basata sulla regola della croce, pensando il miscuglio 1 formato da NaCl e KClO₃, il miscuglio 2 formato da NaClO₃ e KClO₃, e fissando la percentuale di sodio al 16,00%. Ora la domanda alla quale rispondere è: in quale rapporto è necessario mescolare i miscugli 1 e 2 per ottenere un miscuglio che contiene il 33,40 % di ossigeno?

Fino qui i lettori di CnS. Due studenti, che frequentando un corso di chimica si sono allenati a risolvere i problemi in gruppo, secondo il metodo cooperativo [4], hanno risolto il problema nel modo che segue.

Base per il calcolo: 100,0 g di miscuglio (msc).

100,0 g msc contengono 16,00 g Na e 33,40 g O;

$100,0 \text{ g msc} - (16,00 \text{ g Na} + 33,40 \text{ g O}) = 50,60 \text{ g K e Cl}$.

$16,00 \text{ g Na} \equiv 6,959 \cdot 10^{-1} \text{ mol Na}$
In NaCl e in NaClO₃, ad ogni mole di

sodio corrisponde 1 mole di cloro; ovvero si hanno $6,959 \cdot 10^{-1} \text{ mol Cl}$ (in

NaCl e NaClO₃)
 $(6,959 \cdot 10^{-1} \text{ mol Cl})(35,45 \text{ g Cl/mol Cl}) = 24,67 \text{ g Cl}$ (in NaCl e NaClO₃)
 $50,60 \text{ g K e Cl} - 24,67 \text{ g Cl} = 25,93 \text{ g K e Cl}$ (in KClO₃)

In KClO₃, per ogni mole di potassio c'è 1 mole di cloro:
 $39,10 \text{ g K} + 35,45 \text{ g Cl} = 74,55 \text{ g K} + \text{Cl}$
 $74,55 \text{ g (K} + \text{Cl)} : 39,10 \text{ g K} = 25,93 \text{ g (K} + \text{Cl)} : x \text{ g K}$
 $x = 13,60 \text{ g K}$

Verifica

$100,0 \text{ g msc} - (13,60 \text{ g K} + 16,00 \text{ g Na} + 33,40 \text{ g O}) = 37,00 \text{ g Cl}$
 $13,60 \text{ g K} \equiv 3,478 \cdot 10^{-1} \text{ mol K} = 3,478 \cdot 10^{-1} \text{ mol KClO}_3 = 42,64 \text{ g KClO}_3/100,0 \text{ g msc}$
 $33,40 \text{ g O} \equiv 2,088 \text{ mol O}$

$2,088 \text{ mol O} - (3,478 \cdot 10^{-1} \text{ mol KClO}_3) = 1,045 \text{ mol O}$ (in NaClO₃)
 $(1,045 \text{ mol O})(1 \text{ mol KClO}_3/3 \text{ mol O}) = 3,483 \cdot 10^{-1} \text{ mol NaClO}_3$
 $(3,483 \cdot 10^{-1} \text{ mol NaClO}_3)(106,4 \text{ g NaClO}_3/1 \text{ mol NaClO}_3) = 37,06 \text{ g NaClO}_3/100,0 \text{ g msc}$

$24,67 \text{ g Cl} \equiv 6,959 \cdot 10^{-1} \text{ mol Cl}$ (in NaCl e NaClO₃)
 $6,959 \cdot 10^{-1} \text{ mol Cl} - 3,483 \cdot 10^{-1} \text{ mol NaClO}_3 = 3,476 \cdot 10^{-1} \text{ mol NaCl}$
 $(3,476 \cdot 10^{-1} \text{ mol NaCl})(58,44 \text{ g NaCl}/1 \text{ mol NaCl}) = 20,31 \text{ g NaCl}/100,0 \text{ g msc}$
Si ha perciò:
 $20,31 \text{ g NaCl} + 37,06 \text{ g NaClO}_3 + 42,64 \text{ g KClO}_3 = 100,0 \text{ g msc}$.

Niente male: originale ed elegante! Volutamente mi sono astenuto dal commentare i passaggi, per lasciare al lettore il compito di capire la profondità e gustare la bellezza del ragionamento utilizzato.

Bibliografia

- [1] Calcoli stechiometrici, *La Chimica nella Scuola*, 1996, **XVIII**, 133-134.
- [2] L. Cardellini, Fattori di conversione e rapporti stechiometrici: strumenti logici per la risoluzione dei problemi, *La Chimica nella Scuola*, 1996, **XVIII**, 148-151.
- [3] F. W. Küster, A. Thiel, *Tabelle logaritmiche per Chimici, Farmacisti, Medici e Fisici*, 8a Ed., Hoepli: Milano 1965, p. 199.
- [4] L. Cardellini, R. M. Felder, L'apprendimento cooperativo. Un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti, *La Chimica nella Scuola*, 1999, **XXI**, 18-25.

Effetto di sostanze sottrattrici di radicali liberi sulla reazione oscillante di Briggs-Rauscher

Riassunto

In questo articolo vengono descritti esperimenti sugli effetti inibitori nel regime oscillatorio della reazione di Briggs-Rauscher, causati dall'aggiunta di estratti acquosi di farina di soia. L'effetto consiste in una immediata cessazione delle oscillazioni, che ricompaiono dopo un certo tempo ma con ampiezza e frequenza diverse da quelle osservate in una miscela 'bianca'. Il tempo di inibizione dipende linearmente dalla concentrazione delle sostanze contenute nell'estratto. Il fenomeno è dovuto all'attività di scavengers di radicali liberi posseduta da sostanze contenute nella farina di soia. Questi effetti sono quindi una prova indiretta della presenza di radicali idroperossili come intermedi nella reazione di Briggs-Rauscher. Gli esperimenti sono particolarmente adatti a livello universitario nei laboratori di esercitazioni di chimica fisica e di chimica analitica, ma possono anche essere eseguiti negli Istituti Tecnici con specializzazioni chimiche e nei Licei con indirizzo chimico-biologico. Infine, questi esperimenti sono parte di una più ampia ricerca avente lo scopo di mettere a punto un test rapido e poco costoso per misurare l'attività di sostanze antiossidanti.

Abstract

This paper describes experiments on the inhibition of the oscillatory regime in an actively Briggs-Rauscher mixture caused by the addition of aqueous extracts of soy flour. The effect consists in an immediate cessation of oscillations, but after

RINALDO CERVELLATI (*)
PASQUALE FETTO (*)

some time the oscillatory behavior is regenerated with amplitude and frequency of oscillations different from those observed in a 'blank' mixture. The inhibition time linearly depends on the concentration of substances contained in the extract. This phenomenon is due to the high free radicals scavenging activity of substances contained in the soy flour. These effects are a strong indirect evidence for the involvement of hydroperoxyl radicals in the Briggs-Rauscher reaction. These experiments are particularly suitable for undergraduate chemistry students in the physical chemistry and/or analytical chemistry laboratories, but we believe that they can be suited in pre-university schools with chemical or biological-chemical specialization. Finally, these experiments are part of a wider research work aimed to setting up a rapid and inexpensive test to measure the activity of antioxidants.

Introduzione

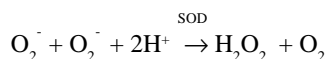
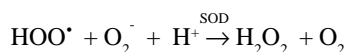
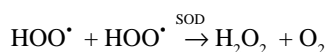
I radicali liberi, e cioè qualsiasi specie che possiede uno o più elettroni spaiati [1] sono attualmente molto popolari presso il grande pubblico. In tutti i periodici, e non solo quelli riguardanti la salute, si trovano numerose pubblicità di prodotti 'miracolosi' contro i 'radicali liberi' che vengono presentati come entità misteriose definite 'avversari da battere', 'mine vaganti', o con altri termini allarmanti dai quali risulta comunque chiaro che si tratta di entità perfide che occorre reprimere perché responsabili di fenomeni come la comparsa di rughe, la caduta dei

capelli, i prematuri segni di invecchiamento ecc.. In effetti, ben altri sono i danni che possono provocare i radicali liberi; essi sono infatti ritenuti responsabili di numerose forme patologiche molto gravi come ad es. la cataratta, l'arteriosclerosi, l'artrite reumatoide, certe forme di cancro e, non ultima, la peggiore malattia che affligge l'umanità e alla quale non si può sfuggire: la vecchiaia [1].

A parte i prodotti dietetici reclamizzati per contrastare gli effetti dei radicali liberi, è ovvio che l'attenzione dei ricercatori è concentrata sulla ricerca di sostanze ad alta efficacia nel reagire, 'neutralizzandoli', con i radicali liberi più dannosi per la salute.

Nel meccanismo che conduce agli andamenti oscillanti della reazione di Briggs-Rauscher (sistema costituito da acqua ossigenata, ioni iodato in ambiente acido, un substrato organico iodurabile e ioni Mn^{2+} come catalizzatore, di cui ci siamo già occupati in questa rivista [2]), sembra che il radicale idroperossile $HOO\cdot$ giochi un ruolo di notevole importanza [3]. D.A. Franz, in un articolo comparso nella rubrica 'tested demonstrations' del *Journal of Chemical Education* [4], ha riportato che l'aggiunta di una compressa di superossido dismutasi (SOD) per uso dietetico (un prodotto facilmente acquistabile in un qualsiasi drugstore americano, 2000 unità enzimatiche/compressa) finemente polverizzata, aggiunta a una miscela di Briggs-Rauscher in pieno regime oscillante fa cessare immediatamente le oscillazioni [4]. Nello stesso articolo, D.A. Franz sostiene che anche l'aggiunta di una quantità equivalente di SOD pura provoca lo stesso effetto. Poiché la superossido dismutasi è un enzima che catalizza la dismutazione del radicale idroperossile e della sua base coniugata, il ra-

dicale anione superossido O_2^- , secondo le reazioni



Franz trae la conclusione che le oscillazioni nel sistema BR cessano per effetto della SOD che 'blocca' i radicali liberi HOO^\bullet .

Gli esperimenti di D.A. Franz sono stati ripetuti più volte nel nostro laboratorio, ottenendo da un lato la conferma dell'effetto della compressa di SOD per uso dietetico, ma rilevando solo deboli effetti sull'ampiezza delle oscillazioni aggiungendo SOD pura fino a 11600 unità enzimatiche. Pertanto, D.A. Franz deve aver preso un abbaglio sostenendo che la SOD pura ha lo stesso effetto della compressa nelle oscillazioni del sistema di Briggs-Rauscher (reazione BR). In effetti il pH ottimale per l'azione della SOD è 4.8 [1], ben al di sopra del pH ($\cong 1$) della miscela oscillante BR. Pertanto qualche altra sostanza (o sostanze) contenuta nella compressa deve essere la principale responsabile degli effetti osservati.

Fra i riempitivi della compressa vi sono fibre di soia, ed è noto che l'incidenza di alcune malattie croniche è statisticamente inferiore nelle popolazioni asiatiche (la cui dieta è largamente basata su cibi a base di semi di soia) rispetto a quella nelle popolazioni europee e americane.

Pertanto è stato effettuato uno studio preliminare sugli effetti di un estratto acquoso di una compressa di SOD sulle oscillazioni di sistemi BR con risultati sorprendenti: 1 mL di tale estratto dapprima fa cessare il regime oscillatorio, ma dopo un certo tempo questo riprende con durata maggiore rispetto a una miscela di riferimento a cui l'estratto non viene aggiunto. Questi fenomeni si accentuano moltissimo se al posto dell'estratto acquoso della compressa si usa un estratto acquoso di farina integrale di soia [5]. E' chiaro che le ricerche continuano al fine di identificare le sostanze contenute nella soia che, come tutto fa pensare, devono possedere un'elevata attività antiossidante. Poiché tuttavia, quando è possibile e utile, riteniamo importante tra-

sferire i risultati della ricerca nella pratica didattica, lo scopo di questo lavoro è di proporre un'esercitazione di laboratorio per analizzare in modo semi-quantitativo gli effetti inibitori dell'aggiunta di un estratto acquoso di farina di soia sul regime oscillante della reazione BR.

Questa analisi mostrerà che l'attività di sostanze antiossidanti nel sottrarre radicali liberi dipende linearmente dalla loro concentrazione. Il lavoro rientra in un progetto di rinnovamento del programma del laboratorio di chimica fisica sia per l'università (primo livello) sia per gli istituti di istruzione secondaria superiore con indirizzi chimici e chimico-biologici.

Progetti di questo tipo si svolgono da tempo negli USA, finanziati in larga misura dalla Division of Undergraduate Education, Instrumentation and Laboratory Improvement Program della National Science Foundation [6].

Parte sperimentale

Materiali e strumentazione occorrenti

- Perossido di idrogeno (H_2O_2) al 35%
 - Iodato di potassio o di sodio (KIO_3 o $NaIO_3$) per analisi
 - Acido perclorico ($HClO_4$) al 70-72% per analisi
 - Acido malonico per analisi
 - Solfato di manganese (II) ($MnSO_4 \cdot H_2O$) per analisi
 - Sodio metabisolfito per uso fotografico
 - Farina integrale di soia (facilmente reperibile in confezioni da 500 g nei negozi di cibi naturalisti e vegetariani e anche in molti supermercati)
 - Vetreria (matracchi e pipette tarate, bechers, ecc.)
 - centrifuga
 - agitatore magnetico (microstirrer)
 - pH-metro con scala in mV con uscita per registratore a carta o asservibile a un PC
 - un elettrodo ionosensibile agli ioni I^- , oppure un elettrodo di platino
 - un elettrodo di riferimento ($Ag/AgCl$ o calomelano)
- (se si usa un elettrodo di platino combinato per misure redox, si può fare a meno dell'elettrodo di riferimento).

Preparazione delle soluzioni (quantità per 100 mL).

Soluzione A

In un matraccio tarato da 100 mL porre 40 mL di acqua distillata e aggiun-

gere lentamente e cautamente 39.5 mL di H_2O_2 al 35%. Portare a volume con acqua distillata. Questa soluzione è 3.6 M in H_2O_2 . *Usare guanti e occhiali di protezione poiché l'acqua ossigenata a questa concentrazione provoca gravi danni se viene a contatto con la pelle o con gli occhi.*(R:8-34. S:3-28-36/39-45).

Soluzione B

In un matraccio tarato da 100 mL porre 4.2800 g di KIO_3 (oppure 3.9578 g di $NaIO_3$), sciogliere e portare a volume con una soluzione di $HClO_4$ 0.1 M. (Per preparare 100 mL di $HClO_4$ 0.1 M, porre in un matraccio tarato 50 mL di acqua distillata e aggiungere lentamente e cautamente 0.85 mL di $HClO_4$ al 70-72%, portare a volume). Questa soluzione è 0.2 M in IO_3^- e circa 0.1 M in $HClO_4$. *Usare le stesse misure di sicurezza come per la preparazione della soluzione A* (R:5-8-35. S:23-26-36-45).

Soluzione C

In un matraccio tarato da 100 mL si pongono 1.5609 g di acido malonico (MA) e 0.3204 g di $MnSO_4 \cdot H_2O$. Sciogliere con acqua distillata e portare a volume. Questa soluzione è 0.15 M in MA e 0.02 M in Mn^{2+} .

Estratto acquoso di farina di soia (madre)

2 g di farina di soia vengono stemperati in 50 mL di acqua distillata. Il tutto viene tenuto sotto agitazione per 20 minuti. Il miscuglio viene poi centrifugato per circa 15 minuti a 10.000 giri. Prelevare il surnatante con un capillare Pasteur e raccogliere le varie porzioni in un unico matraccio da 50 mL. L'estratto è opalescente poiché una parte di sostanze amidacee resta in sospensione. NON portare a volume.

Procedimento sperimentale

Si deve anzitutto registrare il comportamento oscillante di una miscela BR di riferimento (cioè senza aggiunta di estratto).

A tale scopo porre in un becher da 50 mL, 10 mL di soluzione A e 10 mL di soluzione B. Mantenere il becher sotto agitazione e immergervi gli elettrodi opportunamente collegati al pH-metro. Aggiungere ora 10 mL di soluzione C e far partire immediatamente la registrazione.

Un esempio di registrazione è riportato in figura 1a.

Per verificare l'effetto dell'aggiunta dell'estratto acquoso di farina di soia si può procedere ad esempio come segue. Predispone una miscela BR come quella di riferimento e, dopo aver registrato 2 o 3 oscillazioni, aggiungere rapidamente 1 mL di estratto acquoso di farina di soia. Si noterà che le oscillazioni cessano immediatamente, e ricominciano dopo più di 30 min. (figura 1b). Ora si possono preparare estratti di-

luti di farina di soia partendo dall'estratto madre. Ad esempio per preparare un estratto diluito 7:10 si prelevano 7 mL di estratto madre, si pongono in un matraccio da 10 mL e si porta a volume con acqua distillata. Per studiare l'effetto di tale estratto si procede come nel caso precedente avendo cura di agitare bene il matraccio da 10 mL prima di prelevare 1 mL da aggiungere alla miscela BR. La registrazione relativa a questa pro-

va è riportata in figura 1c.

Nelle figure 1d, 1e e 1f sono riportate le registrazioni relative agli effetti dell'aggiunta di 1 mL di estratto diluito rispettivamente 5:10, 3:10, 2:10.

Se si dispone di un certo numero di pH-metri/mV-metri, l'esercitazione può essere condotta per gruppi di studenti: ciascun gruppo eseguirà il test e avrà assegnata una o più diluizioni di estratto madre da saggiare.

Attenzione: al termine del regime

oscillante la reazione procede con decomposizione del prodotto iodurato (acido iodomalonic) per dare CO_2 e abbondante precipitazione di iodio molecolare. *Questa miscela non può essere versata nei lavandini.* Si deve quindi approntare, sotto cappa con buona aspirazione, un recipiente da almeno 1 L contenente 500 mL di soluzione concentrata di sodio metabisolfito: in questa soluzione vanno aggiunte le miscele BR finali (lo iodio viene ridotto a I^- e si produce SO_2). Anche il becher da 50 mL deve essere lavato con la soluzione di metabisolfito e risciacquato con abbondante acqua. Quando la soluzione di metabisolfito non reagisce più con lo iodio (colore giallastro) si deve eliminare versandola in un recipiente contenente acqua e tale miscela può essere versata negli scarichi, facendo fluire abbondante acqua. Gli elettrodi devono essere tolti immediatamente al termine di ciascuna prova e risciacquati a lungo con acqua distillata, si raccomanda di asciugarli molto bene.

Elaborazione e interpretazione dei dati

Dalle registrazioni su carta (o attraverso il PC) è possibile determinare il tempo di inibizione, cioè il tempo che intercorre fra l'aggiunta dell'estratto e la ripresa delle oscillazioni. In tabella sono riportati i dati da noi ottenuti in una serie di sette prove.

La 'concentrazione' dell'estratto è

Tabella - Tempi di inibizione in funzione della concentrazione (in unità arbitrarie) dell'estratto di farina di soia. Concentrazioni iniziali in miscela come nella didascalia della figura 1.

t inib. /s	conc. estratto
7	0.05
88	0.1
300	0.2
520	0.3
930	0.5
1280	0.7
2100	1.0

espressa in termini di diluizione, ad es. 0.1 significa diluizione della madre 1:10, 0.2 diluizione 2:10 fino a 1.0 che sta per l'aggiunta di 1 mL dell'estratto madre. E' quindi un'unità 'arbitraria'.

Ponendo in grafico il tempo di inibizione in funzione della concentrazione, si nota che i punti sono ben

interpolati da una linea retta (figura 2). Vi è dunque una relazione lineare fra il tempo di inibizione e la concentrazione delle sostanze attive presenti nell'estratto. Si può quindi ritenere che tali sostan-

po di inibizione nullo. Il fatto che la retta non passi per lo zero dipende dalla presenza di una 'soglia' inferiore di concentrazione, sotto la quale il tempo di inibizione è praticamente talmente piccolo da non essere

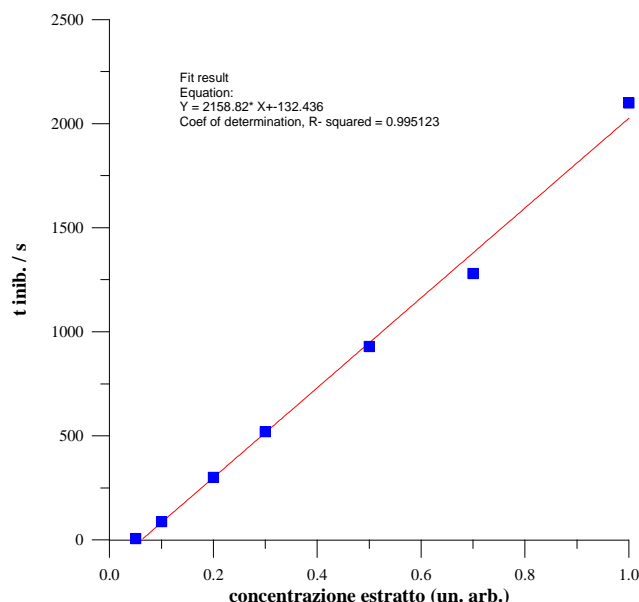


Figura 2. Grafico del tempo di inibizione in funzione della concentrazione dell'estratto di farina di soia.

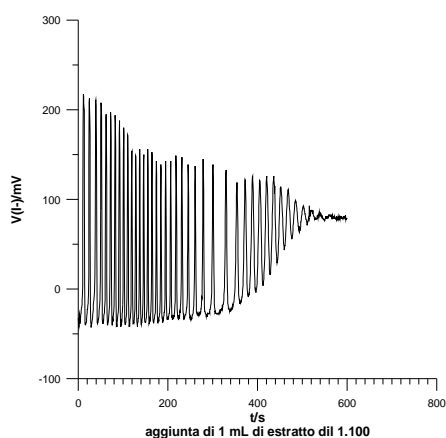


Figura 3. Registrazione della miscela BR (concentrazioni iniziali come nella didascalia di figura 1) a cui è stato aggiunto 1 mL di estratto di farina di soia diluito 1:100.

ze attive 'blocchino' i radicali HOO^\bullet facendo così cessare le oscillazioni. Quando le sostanze attive si sono esaurite, il sistema torna a produrre radicali e le oscillazioni ricominciano. Si potrebbe obiettare che la retta dovrebbe passare per lo zero: a concentrazione nulla di sostanze attive, tem-

rilevabile^(*). A sostegno di questa ipotesi è riportata, in figura 3, la registrazione relativa all'aggiunta di 1 mL di estratto diluito 1:100.

Come si può notare c'è ancora una lievissima inibizione, il cui tempo non è praticamente misurabile. Questa registrazione è inoltre sensibilmente diversa da quella della miscela di riferimento (figura 1a).

Alcune considerazioni finali

Come già detto i risultati ottenuti e discussi mostrano che la farina integrale di soia contiene una o più sostanze con buona attività di sottrattori ('scavengers') di radicali liberi idroperossili nella reazione BR.

La relazione lineare fra il tempo di inibizione e la 'concentrazione' delle sostanze attive fa inoltre ben sperare che la reazione oscillante di Briggs-Rauscher possa diventare un metodo semplice e poco costoso per determinare l'attività di sostanze antiossidanti. Naturalmente occorreranno lunghe ricerche per estrarre, isolare e caratterizzare le sostanze attive contenute nella soia. Stiamo appunto lavorando

^(*) Sotto tale soglia la retta dovrebbe curvare tendendo a zero al tendere a zero della concentrazione di sostanze attive nell'estratto.

in questa direzione.

Un'altra questione aperta è la ripresa del regime oscillante quando cessa l'azione dei sottrattori di HOO': la durata della fase di ripresa (generalmente maggiore di quella della miscela di riferimento) e la diversa forma e frequenza delle oscillazioni, che pure dipendono, anche se non linearmente, dalla 'concentrazione' dell'estratto può far pensare che la reazione fra lo (o gli) scavenger(s), conduce a uno (o più) prodotti iodurabili che funzionano come substrato organico per la reazione BR. Anche la verifica di questa ipotesi richiederà un paziente lavoro di ricerca.

Un suggerimento per coloro ai quali non piacesse esprimere la concentrazione in 'unità arbitrarie': si può por-

tere a secco un'aliquota misurata dell'estratto madre (preferibilmente usando un rotavapor) e pesare il residuo ottenuto. Conoscendo il volume totale dell'estratto madre se ne ricava così il 'peso secco' e si può quindi esprimere la concentrazione delle varie diluizioni in mg/mL. Occorre tuttavia avere ben chiaro che in questo 'peso secco' non sono contenute solo le sostanze attive ma anche amidi e glutini che inevitabilmente restano in sospensione anche dopo centrifugazione.

Infine, riteniamo di aver presentato un esperimento di laboratorio che illustra come si imposta e si conduce una ricerca scientifica e come, in base ai primi risultati ottenuti, si programmino gli sviluppi futuri.

Bibliografia

- [1] G. F. Pedulli, *Gli inibitori delle reazioni radicaliche*, relazione svolta al Convegno Celebrativo in onore dei Proff. Anna Maria Sechi e Carlo Alfonso Rossi dal tema 'Le ricerche della Facoltà di Farmacia: il ruolo della Chimica Biologica con particolare riguardo ai meccanismi radicalici' Accademia delle Scienze, Università di Bologna, 14/11/1995
- [2] P. Ambrogi, R. Cervellati, *CnS-La Chimica nella Scuola*, **XX**, 7-11 (1998)
- [3] S. D. Furrow, *J. Phys. Chem.*, **99**, 11131-11140 (1995)
- [4] D.A. Franz, *J. Chem. Educ.*, **68**, 57, (1991)
- [5] R. Cervellati, S.D. Furrow, G. Amadori, XXIX Congresso Nazionale di Chimica Fisica, Taormina, 5-9/10/1998, Libro dei Riassunti, pp. 94-95
- [6] J. A. Pojman, W. W. West, *J. Chem. Educ.*, **73**, 35, (1996)

EDICHEM99



Continua da pagina 19

e dei Direttivi che hanno immediatamente preceduto gli organi attualmente in carica; infatti i lavori della Conferenza misero in evidenza l'esistenza di un patrimonio cospicuo nel campo della ricerca didattica, di una grande attenzione ai mutamenti istituzionali in corso nella scuola italiana, di un forte impegno per pilotare la transizione, valorizzando la qualificazione professionale degli insegnanti, ed esaltando l'insostituibile funzione educativa della scuola pubblica. In quella Conferenza, e poi costantemente nell'anno trascorso, il punto di riferimento nel Direttivo per una difesa intransigente della professionalità dell'insegnamento della chimica è stato dato dall'attività della prof. Livia Mascitelli (Mascitelli.Livia@iol.it). Più in particolare, dal punto di vista 'organizzativo', fu chiaro fin da allora che agli interessi professionali - che favorivano un discorso comune - si andavano sommando quei rapporti intensi di amicizia e di fiducia personale che costituiscono la base indispensabile per la costruzione di una comunità. L'anno che è passato dall'incontro di Bologna ha confermato questa sensazione, e quindi il bilancio di attività che presento a nome del Direttivo ha diversi punti positivi.

Va ricordato innanzi tutto il Convegno "Insegnanti di qualità. I percorsi di formazione", organizzato a Trieste dal 3 al 5 maggio 1999, dal prof. Giacomo Costa (costa@dsch.univ.trieste.it), membro del nostro Direttivo. Dal Convegno emersero due indicazioni, in qualche modo contrastanti ma non inaspettate. Da una parte il lavoro di ricerca portava buoni risultati, e si andava consolidando la collaborazione con le altre Associazioni interessate alla didattica delle scienze, dall'altra la partecipazione diretta degli

insegnanti ai lavori del Convegno rimaneva al di sotto delle aspettative, dimostrando le difficoltà per la penetrazione nelle Scuole di un interesse diffuso verso la formazione professionale permanente. (Anche la diminuzione di iscritti che ha subito la Divisione è specchio di queste difficoltà). Ma dal Convegno ebbe origine anche un'iniziativa estremamente interessante, che nell'uso corrente all'interno della Divisione è ormai nota come 'Progetto Trieste'.

Si tratta di un progetto di ricerca che ha come tema generale "L'insegnamento della chimica nella nuova scuola dell'autonomia", e che si articola in modo più specifico nella formulazione di proposte sulla didattica per moduli, l'area di progetto, l'orientamento e la continuità. Dato che il successo del Progetto dipende dalla partecipazione diretta degli insegnanti della scuola secondaria il Direttivo ha ritenuto opportuno chiedere al Consiglio Centrale della SCI un finanziamento, destinato integralmente a favorire la mobilità dei colleghi che non hanno fondi propri, e alla produzione di materiale a stampa che raccolga gli esiti della ricerca. Con l'efficace mediazione del prof. Mario Anastasia, la nostra Divisione ha ottenuto un finanziamento di 5 milioni, rinnovabile per eguale ammontare sulla base dei risultati conseguiti. I partecipanti al progetto hanno già tenuto diverse riunioni, in cui ci si è dato anche un obiettivo concreto: la produzione di un fascicolo sulla didattica per moduli da portare al prossimo Congresso della SCI che si terrà a Rimini nel giugno 2000. Dai lavori del Progetto, fra l'altro, è emersa anche l'opportunità di stendere un protocollo che regoli la produzione dei moduli, in modo da orientare e favorire una delle procedure più interessanti della scuola dell'autonomia. Due Colleghe, professoresse Rosarina Carpignano (carpignano@ch.univ.it) e Fausta Carasso Mozzi (carassof@univ.it), hanno assunto

l'onere organizzativo del Progetto; ricordo che Carpignano è la nostra attenta tesoriera, e che Carasso Mozzi è stata recentemente cooptata nel Direttivo della Divisione.

Quasi contemporaneamente al Progetto Trieste si è sviluppato un secondo impegno della Divisione, nato nel Forum delle associazioni disciplinari della scuola, e perciò proprio nella prospettiva di collaborazione con le altre Associazioni a cui ho accennato all'inizio. Si tratta della messa a punto dei contenuti di chimica per la formazione scientifica nell'iter scolastico precedente l'istruzione terziaria. Il destinatario finale dell'elaborazione è il Ministero della P.I., di qui anche l'impegno della Divisione e la serietà del lavoro che è stato svolto. Dopo un'ampia consultazione fra i Soci è stata costituita una "Commissione Curricoli della Società Chimica Italiana-Divisione di Didattica", che a sua volta si è articolata in tre Commissioni di lavoro per formulare proposte corrispondenti ai segmenti attualmente previsti per l'iter scolastico, ovvero tre cicli di 7, 2 e 3 anni.

I lavori delle tre Commissioni sono coordinate rispettivamente dai professori R. Andreoli (andreoli@unimo.it), F. Olmi (f.olmi@fi.flashnet.it), e E. Niccoli (fatti@dcci.unipi.it). Per il primo ciclo si è convenuto che i contenuti di chimica non appaiano nei curricoli in forma esplicitamente disciplinare, situazione invece prevista per i cicli successivi. È evidente a tutti che la situazione di (eccessiva) fluidità in cui si trova tuttora la situazione istituzionale della scuola, con una collocazione ancora incerta dei tre anni della media dell'obbligo, ha reso e rende particolarmente difficile il lavoro dei Colleghi. Malgrado ciò, l'elaborazione è proceduta speditamente, e quando questa mia relazione andrà a stampa saranno disponibili i testi prodotti dalle tre Commissioni.

L'ampia sovrapposizione di aree di interesse fra il Progetto Trieste e la Commissione Curricoli è evidente; la coerenza è garantita sia dal fatto che numerosi Soci, fra cui il Past-President prof. Torracca, partecipano ad entrambe le iniziative, sia dall'impegno dei Colleghi di condividere le rispettive elaborazioni non appena esse saranno giunte al dovuto grado di maturazione.

Ciò che con un certo ottimismo ho chiamato 'fluidità' non si limita al sistema scolastico primario-secondario, ma affligge altrettanto pesantemente l'istruzione terziaria, dove sono contestualmente avviati tre processi molto innovativi, la cui rilevanza sul futuro della cultura scientifica in Italia non mi pare compresa a pieno dalla comunità dei chimici. Il primo di questi processi è addirittura sconvolgente per l'intero assetto degli studi universitari. Salvo *escamotage* dell'ultimo momento, la trasformazione del quinquennio di studi chimici in un triennio più un biennio pone problemi cruciali, ad. es. sul rapporto nel triennio tra cultura di base e cultura professionalizzante, oppure, ancora nel triennio, sulla difficile realizzabilità di una tesi in chimica di carattere sperimentale che non sia la semplice trasformazione dello studente in un 'addeetto macchina'. Il lavoro fatto dalla Conferenza dei Presidenti di CCL, guidata dal prof. Sandro Torroni (torroni@ciam.unibo.it) è prezioso, e costituirà la base di una ampia discussione al Congresso di Rimini. Credo che prima di allora la Divisione dovrebbe intervenire dando dei contributi (almeno) nella direzione dell'uso delle nuove tecnologie didattiche. Il secondo processo in corso nell'istruzione terziaria riguarda l'apertura delle Scuole di specializzazione per l'insegnamento nella scuola secondaria (SIS). Molti Soci della Divisione si sono impegnati a fondo per la loro realizzazione, ed ora partecipano all'avvio effettivo delle Scuole con molti insegnamenti e laboratori di didattica, epistemologia, storia, etc. Noi siamo consapevoli che si tratta di una innovazione fondamentale, sia per lo sviluppo della cultura scientifica nella scuola secondaria, sia per i rapporti fra questa e l'Università, rapporti che per la prima volta vengono resi organici e di prospettiva. Anche in questo caso, però, le difficoltà non mancano, e non possiamo non sottolineare che molte di esse risalgono ad una decisione veramente sbagliata e miope del Governo, e cioè che le SIS siano a costo zero per il bilancio del Ministero. Non solo le SIS si trovano ad operare con mezzi di fortuna, ma si è verificata una situazione veramente paradossale per quanto riguarda le vocazioni: si è partiti da una legge che parlava di borse di studio per gli studenti, e si è arrivati a far pagare delle tasse che superano i due milioni all'anno. Il vantaggio per il bilancio dello Stato è ridicolo, e il danno per le SIS notevolissimo.

Per quanto riguarda il terzo processo in atto devo purtroppo ammettere che finora è stato sostanzialmente ignorato dalla comunità dei chimici accademici, e dalla stessa Divisione. Mi riferisco alla Formazione Superiore Integrata (FIS), avviata concretamente - e

con cospicui finanziamenti - da un accordo fra i Sindacati confederali e il Governo siglato nel dicembre 1998. Lo scopo della FIS è di fornire alle comunità locali strumenti di formazione terziaria altamente professionalizzanti, e adatti ad inserire rapidamente e adeguatamente i neo-qualificati nelle strutture produttive. Più di quattrocento esperienze, fiorite in tutta Italia, testimoniano il successo di una formula di collaborazione fra Istituti di istruzione secondaria, sindacati (di ogni tipo), enti locali, associazioni (ad es. dei commercianti o padronali), imprese, Università e Politecnici. Nel giugno scorso, in occasione di un Convegno dell'Istituto della Enciclopedia Italiana sull'istruzione terziaria, doveti preparare una relazione sui "Paradigmi per la formazione superiore". Un'analisi dettagliata della situazione mise in luce una presenza troppo sporadica delle tematiche di interesse chimico, e il complementare, quasi generale disinteresse, o disinformazione, dei chimici universitari. Questo non toglie che in alcuni punti, come all'ITIS Molinari di Milano, siano in corso iniziative di estremo interesse. Penso che al Congresso di Rimini si dovranno affrontare seriamente anche i problemi della FIS, tenendo conto almeno di tre punti: le opportunità positive che essa offre ai nostri docenti degli Istituti secondari; l'evidente interferenza che si instaura tra la FIS e il primo triennio universitario; e, non da ultimo, le operazioni clientelari che si intravedono in alcune delle iniziative già in atto.

Se l'anno appena trascorso ha visto lo sviluppo di nuove attività, questo non deve far dimenticare due aree di lavoro che possono apparire 'tradizionali'. Le *Olimpiadi della chimica* e la *Chimica nella Scuola* - al contrario - mantengono il loro forte impatto sulla cultura chimica italiana perchè i Colleghi che le gestiscono hanno fatto sì che esse si sono dimostrate in grado di rinnovarsi, percependo tempestivamente i mutamenti in atto fra gli studenti e gli insegnanti. Ovviamente gli ambiti di intervento sono assai diversi.

Le *Olimpiadi della chimica* sono da anni organizzate in modo esemplare dal prof. Mario Anastasia (mario.anastasia@unimi.it) e dai suoi Collaboratori. I continui successi conseguiti sul piano internazionale dai nostri studenti non possono che essere motivo di orgoglio per tutti noi, ma proprio per mantenere alto il livello di rappresentanza potrebbe essere necessario instaurare una più stretta collaborazione fra gli Istituti di istruzione secondaria, e fra questi e l'Università. Il prof. Anastasia è - come sempre - a disposizione di tutti gli insegnanti interessati, per precisare ulteriormente questa prospettiva di collaborazione. La funzione vocazionale e di orientamento delle *Olimpiadi* è evidente a tutti; d'altra parte lo stesso avviene anche per discipline come la matematica e la fisica, e - debbo dire - matematici e fisici mi sembrano disposti ad esibire le vittorie dei loro studenti più di quanto non lo siano i nostri Colleghi (sempre troppo riservati).

La *Chimica nella Scuola* è lo strumento fondamentale di diffusione nel nostro Paese dei risultati della ricerca didattica in chimica. Sotto la direzione del prof. Paolo Mirone (mirone@unimo.it), e con

l'impegno instancabile e qualificato di Pasquale Fetto (fpncs@ciam.unibo.it), il nostro giornale ha conseguito da tempo una periodicità regolare, permettendo così a tutti i nostri Soci di aggiornarsi 'in tempo reale', e di seguire costantemente i lavori della Divisione. Forse non tutti i Soci, però, sanno che la *Chimica nella Scuola* ha costi così ridotti per la SCI solo per il costante supporto, in idee, uomini e mezzi, offerto dalle Sedi di Bologna e di Modena. A tutti questi Colleghi, anche a quelli non direttamente impegnati nella redazione di CnS, va il nostro sincero ringraziamento. Certo, rimanendo in tema di ringraziamenti, non posso non sottolineare quanto hanno fatto per il successo del nostro XI° Congresso Nazionale il prof. Salvatore Doronzo (doronzo@chimica.uniba.it), e i suoi Collaboratori del Comitato Organizzatore e della Segreteria Organizzativa, affidata quest'ultima a Francesco Cappellutti (f.cappellutti@chimica.uniba.it).

I risultati del nostro Congresso richiederanno un'analisi a parte, ma di alcune direttrici di lavoro devo far cenno nella presente Relazione, perchè esse emergono dall'impegno di lunga durata di nostri Colleghi, e quindi ad essi possiamo far riferimento per qualificare sempre meglio la nostra attività didattica. Segno quattro temi. Innanzi tutto quello del "gap generazionale fra cultura scritta e cultura viva" e dell'"impegno della multimedialità nella chimica"; esso è stato affrontato in un Simposio in cui il prof. Gianni Michelon (miche@unive.it) ci ha dimostrato quanto possa essere rilevante (e impegnativo) l'uso didattico di Internet. In secondo luogo, la forza e la bellezza della conoscenza chimica ci sono state illustrate splendidamente nella Conferenza plenaria del Prof. Vincenzo Balzani (vbalzani@ciam.unibo.it) su "Dispositivi e macchine a livello molecolare". La Conferenza del prof. Balzani ha costituito un momento alto del Congresso, e ha messo tutti noi di fronte alla responsabilità di tenere il passo con gli sviluppi più innovativi della chimica contemporanea, per cercare di portare al livello della didattica nella secondaria almeno il 'senso' di alcune delle imprese conoscitive più rilevanti della chimica contemporanea. Il terzo punto da mettere qui in rilievo è la tradizione di ricerca didattica, italiana e internazionale, sottolineata dal prof. A. Bargellini (didac@deci.unipi.it) nella sua Conferenza plenaria, e dal prof. Rinaldo Cervellati (rcerv@ciam.unibo.it) nei suoi puntuali interventi. Il quarto tema significativo è quello dei rapporti a livello europeo, affrontati sotto l'angolatura della "Iniziativa europea per la valutazione in chimica" nella sessione tenuta dal prof. P.E. Todesco e dal prof. G. Avitabile (avitabile@chemna.dichi.unima.it). I test di autovalutazione che sono già stati messi a punto sono estremamente interessanti, sia per il merito, sia per i problemi posti dalla loro stessa formulazione a livello europeo (si vada, ad es., al sito: <http://www.fci.unibo.it/dcor/corechem/welcome98.html>).

Ma forse l'indicazione di lavoro più impegnativa emersa da questo Congresso è quella che - un po' tutti - abbiamo sintetizzato nella parola 'disseminazione'. La ricerca in

didattica della chimica realizzata in Italia non ha, qualitativamente, nulla da invidiare a quella pubblicata all'estero.

Cito, per questioni di spazio, solo alcuni risultati proposti da Colleghi di diversa esperienza professionale: Franco Cascibetta (calascibetta@axrma.uniroma1.it) sui percorsi didattici basati sulla chimica delle sostanze vegetali; Giuseppe Poeta Paccati (poeta@mediacom.it), sull'educazione alla prevenzione degli incidenti in ambiente chimico.

Raffaele Pentimalli (isptege@mbox.ulisse.it), sulla chimica negli insegnamenti di indirizzo artistico; M. Vittoria Massidda (vmassid@tin.it) e il suo forte gruppo sardo sull' *exhibit* interattivo "Molecole e percezione sensoriale", tenuto a Cagliari in occasione della VIII settimana della cultura scientifica e tecnologica.

Queste ricerche, e le altre che non ho potuto citare, hanno già prodotto materiali rilevanti, adatti a valorizzare la nostra presenza nell'area di progetto.

Disseminazione, quindi, di quanto abbiamo già fatto, come impegno costante della Divisione che così ampliherebbe la sua funzione di *struttura di servizio*. Finora questo ruolo è stato integralmente affidato a CnS, ma le opportunità offerte dalla Rete ci possono permettere di affrontare i nostri compiti con nuovi mezzi, di presenza pubblica e di diffusione di massa. Per quanto riguarda la presenza su Internet abbiamo da tempo in Rete il Sito divisionale (<http://sci-chim.dimi.uniroma3.it>), progettato, organizzato e mantenuto dal prof. Torracca. Per quanto riguarda la diffusione di massa, è stato raccolto un indirizzario con oltre 1500 indirizzi di posta elettronica di Istituti di istruzione secondaria. Da tempo il Direttivo ha deciso di produrre un *Bollettino elettronico* da inviare a questi indirizzi, con informazioni sull'attività della Divisione, sui materiali didattici disponibili, sulle possibilità di collaborazione in Rete, etc. Il numero zero sarà pronto nel gennaio 2000; oltre alle scuole lo riceveranno tutti i Soci di cui conosciamo l'e-mail, e quanti vorranno fornire il loro indirizzo a didi@ch.unito.it. Pensiamo anche solo a ciò che è stato presentato nel Congresso; una volta che i materiali siano stati opportunamente 'confezionati' in forma elettronica compiuta, essi potrebbero essere pubblicizzati in Rete nel Sito e con il *Bollettino*. Ai non iscritti verrebbe semplicemente presentato un riassunto più o meno ampio. Agli iscritti, a richiesta, verrebbe mandato il materiale completo (sempre via e-mail). Oltre ai materiali per l'area di progetto, i nuovi servizi della Divisione dovranno tener conto dell'avvio delle SIS sull'intero territorio nazionale; la didattica della SIS impone (per legge!) di fornire agli specializzandi strumenti storici ed epistemologici per meglio comprendere ed insegnare le discipline di appartenenza. Così la Divisione, attraverso il Sito e il *Bollettino*, dovrebbe curare la disseminazione di *materiale storico-critico*, adatto ad essere utilizzato all'interno dei moduli disciplinari o, ancora, nell'area di progetto.

Termino la relazione con una proposta, un impegno e un invito. La *proposta* è già stata avanzata dal prof. Tiziano Pera

(danpera@tin.it), in modo assai concreto, e da tempo. Riguarda la stipulazione di una *convenzione*, sul modello di quelle già attive nel Verbano-Cusio-Ossola, fra la nostra Divisione e Scuole secondarie per la costituzione di una Rete nazionale dedicata ai problemi dell'insegnamento e della cultura scientifica. L'*impegno* è di cercare di realizzare in tempi brevi il massimo sviluppo nell'uso di Internet. Il vederci di persona una volta all'anno - nei casi migliori - non è sufficiente per realizzare un'efficace condivisione di materiali, idee, progetti. La Rete offre a costi irrisori la possibilità di comunicare, con gradi diversi di formalità, fra noi e con l'esterno della comunità. Ma prima di formulare il mio invito, lasciatemi dire che non sono un *covert agent* delle aziende telefoniche, e che quindi le mie perorazioni a favore dell'interazione in Rete non intendono essere e non sono celebrative di imprese più o meno rampanti, il cui unico 'merito' è di sfruttare per profitto privato imponenti mezzi tecnici approntati negli anni con denaro pubblico. L'*invito* a tutti i Soci, comunque, è di attrezzarsi per comunicare in Rete con il mondo della conoscenza, in generale, e con la Divisione, in particolare.

La mia opinione della Rete come luogo universale di comunicazione, anarchico e senza padroni, mi è stata confermata dall'uso che ne sto facendo sia come storico, sia come docente. Come storico della scienza contemporanea ho reperito in Rete informazioni altrimenti inaccessibili, o addirittura sorprendenti. L'esperienza che sto conducendo come docente di Storia ed epistemologia della scienza presso la SIS di Torino mi ha convinto che qualsiasi insegnante che non sia in grado di utilizzare a pieno la Rete non solo perde delle occasioni professionali formidabili, ma 'rimane indietro' in modo tendenzialmente irreversibile rispetto ai suoi stessi allievi. Se ragazze e ragazzi di ogni Paese corrispondono fra di loro, giocano ed esplorano il *mondo virtuale* in Rete, noi, che vorremmo insegnare loro come abitare il *mondo reale*, dobbiamo renderci criticamente partecipi del processo di comunicazione globale, per rafforzare e rendere più efficienti i nostri rapporti professionali, e per comprendere (almeno) con quale straordinaria velocità e a quanti diversi livelli il *mondo delle merci* coinvolge i nostri ragazzi. È solo l'anarchia della Rete a permettere - per ora - usi diversi da quelli di mercato. La dialettica fra apertura al mondo (come dimora di tutti) e chiusura allo sfruttamento del mondo stesso (da parte di pochi) è una dialettica difficile, che alimenta nel tempo problemi didattici senza soluzioni precostituite. La Divisione di Didattica, ponendosi sul confine fra scienza e educazione alla scienza, ha come compito di favorire soluzioni praticabili per questi problemi, con mezzi coerenti ai fini educativi che si propone.

L. Cerruti

Nella prima parte del pomeriggio di lunedì 13 dicembre, il prof. Vincenzo Balzani, dell'Università di Bologna ha tenuto la conferenza plenaria intitolata 'Dispositivi e macchine a livello molecolare'. Egli ha

illustrato in modo chiaro e convincente, anche attraverso analogie con semplici apparecchiature del mondo macroscopico, i risultati di ricerche avanzate nel settore della chimica supramolecolare che si occupa dell'assemblaggio di molecole in grado di ricevere, trasmettere ed elaborare segnali. L'oratore ha spiegato che si tratta anzitutto di 'costruire' molecole in grado di svolgere compiti specifici (come fanno, per analogia, l'interruttore, la resistenza elettrica e il ventilatore in un asciugacapelli) e poi di assemblarle in strutture supramolecolari organizzate in modo che l'insieme coordinato delle azioni delle parti della supramolecola possa dar luogo a una funzione utile (come nel mondo macroscopico fa l'asciugacapelli). I dispositivi molecolari che così si ottengono operano facendo muovere elettroni, atomi o intere molecole. Il prof. Balzani ha sottolineato che, come per le apparecchiature macroscopiche, anche i dispositivi a livello molecolare necessitano di energia per funzionare e devono disporre di segnali per comunicare con l'operatore. Questo duplice problema si risolve con tecniche fotochimiche, fotofisiche ed elettrochimiche. L'oratore ha illustrato in particolare alcuni esempi di dispositivi molecolari, messi a punto dal suo gruppo di ricerca in collaborazione anche con studiosi stranieri, che operano come "componenti elettronici": supramolecole che funzionano come fili, interruttori, prese/spine, prolunghie, elementi di memoria e porte logiche (funzioni 'AND', 'OR' e 'XOR'). Il prof. Balzani ha tenuto a precisare che, nonostante l'euforia di alcune riviste per i risultati di queste ricerche, si è ancora lontani dalla costruzione di "chip molecolari" in quanto attualmente le supramolecole funzionano in soluzione e non in fase solida. Alla conferenza è seguito un interessante dibattito, centrato soprattutto sulle probabili future applicazioni pratiche delle ricerche descritte. Il prof. Balzani ha fatto presente che ai fini pratici sarà necessario esplorare la possibilità di 'impiantare' queste supramolecole su superfici solide, il che richiederà molto tempo e molta pazienza ricerca.

R. Cervellati

Dalle relazioni di E. Torracca su "Il ruolo della Divisione nel raccordo tra ricerca didattica e insegnamento" e di R. Cervellati su "Problemi nel trasferimento dei risultati della ricerca nella pratica didattica" derivano domande:

Come gli insegnanti possono essere aiutati? Come tenere i contatti in modo più stretto? Come coinvolgere i colleghi che non partecipano?

Si apre una discussione e dai vari interventi degli insegnanti emerge che:

occorrono più input, bisognerebbe incoraggiare la ricerca-azione, gli insegnanti non devono vergognarsi di non conoscere e non saper fare, gli insegnanti di chimica dovrebbero sentire il senso di appartenenza e dedicare tempo per lo sviluppo di attività destinate alla chimica; inoltre bisogna trovare il modo di disseminare le esperienze: ci vorrebbero incontri più frequenti, è necessario incrementare l'uso della rete per la disseminazione, potrebbero essere orga-

Pensieri in ordine sparso

Entro nell'anno 2000 portandomi dietro duemila dubbi sulla nostra professione: sostanzialmente priva di procedure certe, ci costringe ad un pesante coinvolgimento emotivo in processi che controlliamo in minima parte, ci porta ad affrontare continuamente situazioni mutevoli e complesse ed a giocare sul campo giorno dopo giorno tutta l'esperienza accumulata in anni di lavoro.

Forse per questo gli insegnanti sono molto "affezionati" alle loro certezze e fanno una grande fatica, come dimostrano i risultati peraltro pregevoli di alcune commissioni di lavoro della SCI, a assumere magari in via provvisoria punti di vista nuovi.

Non so se queste mie amichevoli chiacchierate, nelle quali cerco di travasare le mie esperienze scolastiche, annoino i lettori di CnS. Io li considero alla stregua di amici pazienti e per questa ragione voglio loro comunicare una notizia che per me è importante: ho quasi deciso di andare in pensione!

Non cesserò tuttavia di lanciare sguardi scrutatori da una ideale cattedra che non intendo abbandonare; insomma un insegnante non cessa di essere tale sino alla fine dei suoi giorni in quanto la nostra non è una professione nel senso di "mestiere" ma è una "professione di vita".

Allora perché andare in pensione? Non certo per rinnegare una scelta di vita, almeno per molti non è così. Si va in pensione per prendere le distanze da un ambiente divenuto estraneo, ad esempio da una scuola sempre più burocratica dove quell'atto di sublime empatia che è la trasmissione del sapere si trasforma in "adempimento".

Ormai ho perso ogni illusione: anche la riforma Berlinguer, che pure qualche speranza l'aveva suscitata, ha

assunto l'andazzo ondivagante tipico di tutte le operazioni ministeriali, almeno in Italia.

Le vere intenzioni sono dichiarate solamente nel chiuso delle segrete stanze di Viale Trastevere, le dichiarazioni pubbliche sono retoriche e mendaci, il sindacato distoglie lo sguardo, il Ministro si sente impotente a salvare il suo progetto dallo scempio burocratico e gli insegnanti sono trattati come massa amorfa e merce di scambio.

Che cosa rimane da fare?

Ci si può rifugiare nello studio e nella riflessione, ci si può immergere nel caldo e spesso faticoso abbraccio delle nostre scolaresche, di questi poveri studenti frastornati dalla pubblicità, relegati al ruolo di giovani consumatori.

Loro non stanno meglio di noi, rischiano di non imparare mai a decidere, di restare eternamente infantili, allevati a pillole più o meno pericolose, persino a pillole di cultura: ora si chiamano "moduli".

La nostra attività, tra le altre cose, è finalizzata a promuovere un apprendimento efficiente e una sempre maggiore padronanza dei concetti, una specie di addestramento alla raziona-



lità scientifica per raggiungere la quale dobbiamo in un certo senso pilotare l'emotività sottesa ai comportamenti desiderati.

Se siamo efficienti, non dobbiamo abusare della nostra professionalità pena di rischiare il plagio.

D'altro canto l'obiettivo principe è quello di promuovere nei nostri allievi autonomia di giudizio, consapevolezza di se stessi e dei propri mezzi e ogni altra forma di metacoscienza. Questa antinomia del nostro lavoro,

come molte altre antinomie della vita, non deve essere sanata, deve essere vissuta come una feconda contraddizione e gestita in attesa che trovi il suo momento risolutore nella maturazione cognitiva dello studente.

I problemi nascono quando lo studente ha acquisito autonomia prima di essere stato sedotto dalla bellezza e dall'effetto liberatorio della conoscenza: lo studente decide che un essere umano può vivere bene con scarse conoscenze ed abbandona la scuola prima del tempo.

Prima di esporci ad un tale fallimento naturalmente si fa leva su tutte le risorse del mestiere, compresa una certa arte della seduzione ma se abbiamo gestito male l'antinomia di cui sopra ci sarà poco da fare.

Spesso osservo nei miei allievi del biennio iniziale della scuola secondaria uno sviluppo cognitivo stentato, incompleto. Con buona pace di Piaget, riscontro in giovani di quindici anni comportamenti mentali da undicenni.

In questo periodo sto insegnando o tentando di insegnare il principio di Lavoisier sulla conservazione della massa nelle trasformazioni chimiche, ben consapevole che nei giovanissimi i principi di conservazione, intesi come schema di ragionamento, sono una lenta e faticosa conquista.

Per un ragazzino della scuola elementare, ma forse anche della scuola media, non è scontato che un pezzo di argilla, quando cambia forma a seguito di manipolazioni, conservi la sua massa.

Talvolta non è capace di scorrere mentalmente all'indietro le manipolazioni fatte e quindi di verificare che non è stata né aggiunta né levata dell'argilla. Come si suole dire il suo pensiero

è poco reversibile. Ma non è tutto, ad esempio siamo abituati a considerare il concetto di massa (quantità di materia) come più complesso del concetto di volume. E invece no!

Il concetto di massa risulta abbastanza intuitivo ed il fatto che la massa si conservi durante determinate trasformazioni, prima o poi viene acquisito, mentre il concetto che il volume di un liquido si conservi durante i travasi in recipienti di forma diversa, viene acquisito molto più tardi.

Certe operazioni mentali, posto che

siamo abituati a considerarle, le diamo per scontate salvo poi renderci conto che qualcosa non funziona quando entriamo in laboratorio.

Altri concetti che noi chimici consideriamo ardui quale la struttura particellare della materia indipendentemente dalle sollecitazioni dei mass-media, i ragazzini li acquisiscono spontaneamente, seppure in modo rudimentale; quando la televisione propina loro complicate eliche avvitate su se stesse, essi non battono ciglio. La sensazione è che noi operiamo su meccanismi che sottovalutiamo e non governiamo.

Se pensiamo alla possibilità che una certa immaturità cognitiva arrivi a interessare gli studenti del biennio della scuola secondaria, nascono mille dubbi: in carenza di strumenti selettivi, che sorvegliano il raggiungimento di determinati livelli, il processo si può ridurre alla ripetizione meccanica di proposizioni, alla simulazione di com-

portamenti non compresi.

Quando diviene lecito parlare di ipotesi esplicativa e di verifica sperimentale? Quando fare riflettere i nostri alunni sui significati di parole quali "principi", "leggi" e "teorie"?

Altri problemi tipicamente piagetiani. Certi concetti generali, che gli alunni acquisiscono ad esempio in fisica, quale il principio di conservazione dell'energia, non viene automaticamente trasferito in chimica; lo studente considera il concetto nei due ambiti disciplinari come se si trattasse di due cose diverse.

Ma il trasferimento non è garantito nemmeno all'interno della stessa disciplina; da un modulo a quell'altro si direbbe ora.

A questo punto, dopo queste "raffinate" considerazioni se penso che il Ministero ha destinato dentisti ed architetti ad insegnare la chimica, mi sento assalire dalla depressione.

Il mio amico Fabio Olmi mi ha segna-


lato un libro interessante: "La cultura dell'educazione" di Jerome Bruner (Ed. Feltrinelli); mi metterò a leggerlo per trarne conforto e motivo di rassicurazione e intanto ne approfitterò per segnalarlo anche a voi.

A conferma del fatto che il mondo a base di elenchi di obiettivi e di prerequisiti stia tramontando vi riporto quanto sta scritto a pagina 138.

"...ma come hanno sottolineato tutti gli storici delle scienze negli ultimi cento anni, gli scienziati usano ogni sorta di ausilii, intuizioni, storie e metafore per fare sì che il loro modello speculativo si adatti alla "natura"...". Un rigido costruttivismo male si adatta a pilotare l'avventura intellettuale dei nostri alunni, per molti versi simile a quella degli scienziati o a quella di ogni altro essere umano.

Ermanno Niccoli

EDICHEM '99

 Continua da pagina 28

nizzate conferenze itineranti nelle scuole o videoconferenze.

Dalla relazione del prof. M. Remondini dell'ITCG Oriani di Faenza sulla sperimentazione dell'approccio CHEMCOM all'insegnamento della chimica si sviluppa un interessante dibattito che va al di là dello specifico contributo e che da un lato porta a considerare favorevolmente l'abbandono del modello accademico dell'insegnamento della chimica ma dall'altro accende delle perplessità su come vengono chiamati in causa i concetti e su come con questo approccio si possano attivare i processi organici di costruzione delle conoscenze. Emerge una considerazione: per utilizzare i fattori di motivazione occorre tener conto dei rischi e progettare in modo adeguato.

F. Carasso Mozzi

Nella prima parte della sua relazione il prof. Bargellini ha delineato un'ampia panoramica degli orientamenti affermatosi durante l'ultimo quarantennio nel campo della didattica delle scienze sperimentali, con speciale riguardo ai problemi relativi all'insegnamento delle scienze integrate. E' seguita poi la presentazione del progetto di attivazione dell'indirizzo di scienze naturali nella scuola di specializzazione all'insegnamento secondario della Toscana, in particolare per quanto riguarda la formazione degli insegnanti di scienze matematiche, chimiche, fisiche e naturali per la scuola secondaria di primo grado (classe 59A). Bargellini ha illustrato la struttura delle diverse aree formative (formazione alla funzione docente; contenuti formativi degli indirizzi; laboratorio didattico; ti-

rocinio), soffermandosi specialmente sulle connessioni che dovrebbero stabilirsi fra le attività da svolgere nelle ultime due aree per quanto riguarda il loro inquadramento dal punto di vista epistemologico-didattico, la progettazione e la sperimentazione di moduli didattici nel laboratorio, l'analisi critica e la valutazione dei materiali didattici prodotti, la loro applicazione durante l'attività di tirocinio e l'eventuale loro revisione nel laboratorio didattico.

P. Mirone

Nella mattina di Mercoledì 15 Dicembre, dopo la relazione plenaria del prof. Bargellini è iniziata la seconda sessione di comunicazioni orali del congresso.

Nella prima comunicazione il prof. Cerruti dell'Università di Torino ha messo in evidenza l'importanza dell'educazione ai valori della scienza legati ai contenuti disciplinari attraverso un circolo ermeneutico pragmatico che colleghi il significato esistenziale dei contenuti con il loro possesso ed il possesso con la pratica e quindi con l'accettazione dei valori e che tutto ciò rende indispensabile una didattica rinnovata.

Nella seconda comunicazione la prof. Mammino dell'Università di Venda, Sud Africa ha posto l'accento sul fatto che l'educazione al linguaggio è una componente fondamentale dell'educazione scientifica e che il linguaggio della scienza deve essere caratterizzato da rigore, chiarezza, semplicità. La relattrice ha poi messo in evidenza che, per la varietà di associazione fra termini e livelli di descrizione, la chimica è una palestra ideale per l'educazione al linguaggio scientifico.

Successivamente la prof. Carozza del Liceo "Fracastoro" di Verona ha riferito su di un progetto di continuità formativa nelle discipline scientifiche che ha coinvolto al-

cune scuole medie ed elementari di Verona e provincia.


Il progetto è partito dal presupposto che ci troviamo di fronte a un sistema formativo caratterizzato dalla discontinuità, per cui è stato proposto di abbandonare una didattica basata sul metodo per passare ad una didattica della strategia per far sì che i risultati educativi dipendano principalmente dalla qualità dell'istruzione e non siano determinati solo dalle caratteristiche individuali degli allievi.

Poi il prof. Riani dell'Università di Pisa ha riferito sull'introduzione del concetto di trasformazione nella scuola elementare: sono stati presentati i risultati di una indagine condotta tramite un'intervista collettiva e una prova sperimentale. Tra l'altro, ai risultati ottenuti, il relatore ha potuto dedurre che il concetto di trasformazione è già fondamentalmente acquisito all'età di cinque anni.

Infine il prof. Capitelli ha riferito sulla inscindibilità fra Stechiometria e Termodinamica, mettendo in evidenza la derivazione assiomatica della costante di equilibrio, ha proposto esempi che dimostrano l'unitarietà del trattamento termodinamico di diverse reazioni chimiche e infine ha proposto criteri diversi dalla variazione dell'energia libera di Gibbs suggerendo di imporre $dP=0$ a G e T costanti o $dT=0$ a G e P costanti come condizione di equilibrio.

A quest'ultima relazione è seguita una discussione particolarmente vivace perché a qualcuno dei partecipanti al congresso è sembrato che alcune relazioni proposte fossero incomplete, inutili o comunque fuorvianti dal punto di vista didattico.

R. Andreoli

 Continua in III di copertina



Al Direttore

Elementi e sostanze elementari

Egregio Direttore,

Nell'introduzione ad un articolo da Lei scritto su una rivista che si interessa di didattica nella S.M.S., tempo fa ho letto questa frase: "alcuni concetti di chimica, quali elemento, sostanza chimica e reazione, vengono affrontati spesso, in sede didattica, in modo impreciso e talvolta confuso". Questa affermazione mi ha confermato l'impressione di ambiguità molto frequente nell'uso del termine "elemento", ambiguità che, all'inizio di un corso di Chimica nelle S.M.S., contribuisce a rendere più difficile l'approccio alla Chimica da parte degli studenti.

Ho quindi visionato, in relazione a questo termine, una dozzina di testi scolastici in adozione in varie S.M.S. della mia città.

Tutti questi testi, dopo aver definito il concetto di sostanza in contrapposizione a miscuglio, suddividono le sostanze in **elementi e composti**, definendo l'elemento come **sostanza pura non scomponibile** in altre più semplici (secondo la definizione empirica di Lavoisier) oppure come **sostanza costituita da un solo tipo di atomo**.

Tutti i testi però utilizzano il termine elemento anche con il significato, non espressamente definito, di **tipo di atomo**. Infatti si parla di configurazione elettronica degli elementi, affinità elettronica, elettronegatività, numeri di ossidazione degli elementi, dove certamente non ci si riferisce alle sostanze prima definite come elemento; come ovviamente non ci si riferisce alle sostanze quando si riporta la distribuzione percentuale degli elementi sulla crosta terrestre o nel corpo umano. Anche le più comuni tavole periodiche proposte agli studenti contribuiscono a presentare concetti non chiari, a questo proposito: si parla di ta-

vola periodica degli elementi, ma spesso, oltre ad alcune caratteristiche del tipo di atomo (numero atomico, configurazione elettronica, elettronegatività...), si riportano caratteristiche delle sostanze formate da atomi di quel solo elemento.

Certamente il contesto è di norma sufficiente a specificare a quale dei due concetti espressi dal termine "elemento" ci si riferisce, ma questo solamente a chi ha già familiarità con tali concetti, mentre per gli studenti che si avvicinano per la prima volta allo studio della Chimica sono indispensabili definizioni univoche.

Per questo propongo alla Sua attenzione il mio modo di procedere: io riservo il termine di **elemento** (indicato dal **simbolo**) a **tipo di atomo*** (sono conosciuti poco più di 100 elementi, il saccarosio è costituito da 3 elementi, l'azoto può legarsi sia all'elemento ossigeno che all'elemento idrogeno, il carbonio può formare sia legami semplici che legami multipli...), mentre **definisco sostanza semplice o sostanza elementare** (indicata come tutte le sostanze da una **formula**) **una sostanza formata da un solo tipo di atomo***: ne esistono a molecola monoatomica (He, Ne...), biatomica (H₂, O₂...), poliatomiche (P₄, O₃, C₆₀...) e ne esistono a struttura non molecolare e per indicare queste si utilizza il simbolo (Cu, Zn, C_(diamante), C_(grafite)...); ovviamente le sostanze composte o composti sono formate da atomi di più elementi.

Con queste definizioni il termine elemento è quindi utilizzato per qualcosa che risulta vero ed importante non in sé, ma in quanto costituente le sostanze sia semplici che composte dotate di caratteristiche proprie.

Credo che in questo modo si possa facilitare l'apprendimento e non riesco a capire perché i testi moderni non siano più attenti ad evitare le ambiguità iniziali.

Mi piace, a questo punto, citare un vecchio testo universitario (Sborgi, Chimica generale, L'editrice scientifica, Milano, 1953) che, pur nel suo linguaggio (come nella esposizione dei vari argomenti e nella forma tipografica) ormai superato, è chiarissimo nella distinzione dei concetti di elemento e sostanza.

"(...) quando noi prendiamo dell'ossigeno (...) e del mercurio (...), e unendoli abbiamo dell'ossido di mercurio (...), noi potremo dire che l'ossido di mercurio è formato dall'*elemento ossigeno* e dall'*elemento mercurio*, ma non potremo dire che in esso è contenuto il *corpo semplice ossigeno* e il *corpo semplice mercurio*, perché le proprietà di questi sono completamente scomparse. Il corpo semplice è dunque una specie chimica semplice con certe determinate proprietà, con un certo aspetto e una certa forma: elemento è ciò che costituisce quel corpo semplice ed ogni forma allotropica di esso ed è anche ciò che entra nei composti di quell'elemento. E' evidente che l'elemento è una entità in un certo senso astratta. Ciò che noi conosciamo sono i corpi semplici e i composti che otteniamo da essi".

Alberto Linda

I.P.S.I.A. "G. Ceconi"

Via Manzoni, 6

33100 Udine

Una particolare esperienza didattica sviluppata su suggerimento di alcuni studenti

Durante lo scorso anno scolastico (1998 - '99) tre allievi(*), di classi differenti, stimolati dai contenuti dei corsi di Chimica delle Fermentazioni e di Tecnologie Chimiche, anche in vista della nuova struttura dell'esame di Stato, avevano chiesto di poter sviluppare un progetto nell'ambito delle biotecnologie. Visto l'entusiasmo degli allievi ci siamo resi disponibili oltre il normale orario delle lezioni e, tenendo conto delle risorse dell'istituto, ci si è orientati sullo sviluppo in laboratorio di una fermentazione che portasse ad uno specifico metabolita: precisamente la biotrasformazione della fenilalanina in alcol 2-feniletico (PEA), ad opera di un lievito (*Hansenula Anomala*).

Il progetto si è sviluppato secondo i seguenti stadi.

Discussione dei possibili progetti in base ad una breve ricerca preliminare sulla loro fattibilità da parte degli inse-

* Per "tipo di atomo", nel proporre questi primi concetti, mi riferisco chiaramente a ogni atomo avente lo stesso Numero Atomico che lo caratterizza e lo distingue dagli altri atomi per il comportamento; il concetto di isotopo, introdotto successivamente, non modifica il concetto qui definito chimico.

* Eliana Bonavoglia, classe VB, Gianluca Chiarello (VA) e Paolo Ronchi (VC), specializzazione in Chimica dell'I.I.T.I.S. "Ettore Molinari" di Milano, a. s. 1998 - '99.

gnanti e scelta della biosintesi del PEA.

Ricerca bibliografica sull'argomento scelto.

Preparazione dei brodi e propagazione della coltura pura. Sterilizzazione e controllo delle apparecchiature.

Fermentazione con prelievi giornalieri per il controllo della crescita cellulare e della formazione del PEA. (Conta cellulare con vetrino di Thoma, colorazione delle cellule e foto al microscopio, estrazione, TLC, GLC, polarimetria) Sistematizzazione dei risultati in forma ipertestuale.

Non facendo parte del normale percorso didattico delle classi d'appartenenza degli allievi, il progetto si è sviluppato prevalentemente in orario pomeridiano, richiedendo circa 80 ore.

Il 2-feniletanolo è uno tra i principali componenti di aromi e fragranze, specie floreali; allo stato puro presenta un caratteristico odore di rosa. Si può anche formare durante la fermentazione alcolica, contribuendo così al bouquet delle bevande prodotte. Nel nostro caso si è operato con il lievito *Hansenula Anomala* CBS 110, di cui era già nota la capacità di produrre elevate concentrazioni di PEA, qualora si utilizzasse la fenilalanina come unica fonte d'azoto. Per le fermentazioni si è utilizzato un bioreattore da 3 litri dotato di un sistema di controllo automatico e di registrazione dei principali parametri operativi (temperatura, pH, agitazione). Ogni 24 ore si prelevavano dei campioni su cui venivano effettuate le varie determinazioni analitiche. Sono state effettuate due fermentazioni, di 3 ed 8 giorni rispettivamente. Durante la seconda prova, grazie alle migliorie apportate, si sono ottenuti negli estratti titoli in PEA particolarmente elevati, compresi tra il 76 e il 96%.

La descrizione dettagliata dell'esperienza, fatta dagli allievi, è disponibile in forma ipertestuale preso il sito web del nostro Istituto all'indirizzo <http://www.itis-molinari.mi.it/pea/pea.htm>.

La realizzazione del progetto ha richiesto il ricorso a tecniche e metodologie, alcune delle quali non sempre presenti nell'usuale curriculum scolastico (v. Tab. 1), richiedendo, pertanto, l'acquisizione da parte degli allievi di specifiche abilità. La metodologia utilizzata per sviluppare negli allievi queste abilità è stata essenzialmente quella del tutoraggio, cioè si fornivano le istruzioni essenziali o si faceva vedere brevemente

come operare e poi si lasciava fare agli allievi, intervenendo solo per correggere gli errori, per dare ulteriori input o per discutere del percorso fatto.

Tale progetto può essere considerato come un esempio di un'offerta formativa aggiuntiva, tendente perciò a migliorare e ad ampliare la formazione offerta dal normale curriculum scolastico. È stato infatti svolto al di fuori dell'orario delle lezioni, ed anche i contenuti sono stati sviluppati separatamente da quelli usuali, spesso anticipando quanto si sarebbe poi svolto in classe. Ovviamente, non poteva rivolgersi che ad allievi già fortemente motivati, come lo erano in effetti i tre che hanno partecipato al progetto, tra i migliori del corso Chimici del nostro Istituto.

La spinta iniziale è partita proprio dagli allievi, desiderosi di partecipare all'11° Concorso dell'Unione Europea per giovani scienziati. I risultati sono

stati ottimi: infatti gli allievi sono stati selezionati per la finale che si è tenuta a Milano presso la FAST, dal 25 al 27 marzo 1999. In seguito a tale ulteriore selezione sono stati scelti per rappresentare l'Italia all'Expo Sciences International che si è tenuta a Puebla in Messico nello scorso mese di luglio. Il progetto è stato inoltre presentato all'esame di Stato conclusivo, risultando ben apprezzato dalle Commissioni e contribuendo agli ottimi risultati riportati dagli allievi. In questa fase è stato ulteriormente sviluppato, anche con il concorso di altri docenti. Come esempio si riporta la mappa concettuale preparata per la prova orale da uno dei tre (G.C.), in cui, partendo dal profumo della rosa, si riesce a collegare praticamente tutte le discipline (v. Fig. 1).

Mariano Calatozzolo
Alberto Scagliarini

I.T.I.S. "Ettore Molinari" - Milano

Tab. 1 Abilità sviluppate con il progetto

Documentazione	<ul style="list-style-type: none"> - Ricerca bibliografica sui Chemical Abstracts cartacei - Uso di banche dati online (Medline) - Reperimento in Internet di schede di sicurezza dei materiali utilizzati
Tecniche di laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - GLC - TLC - Polarimetria - Gestione del bioreattore automatizzato e computerizzato - Sterilizzazione termica e per filtrazione - Preparazione di terreni liquidi e solidi - Semina di colture - Preparazione di vetrini a fresco ed a secco, colorazione dei preparati - Osservazione e fotografia al microscopio dei preparati - Conta delle cellule con il vetrino di Thoma
Tecniche informatiche	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborazione dati e testi, costruzione di grafici - Acquisizione ed elaborazione immagini - Assemblaggio di ipertesti - Uso di Internet
Lingua inglese	<ul style="list-style-type: none"> - Gran parte della documentazione consultata era in lingua inglese, inoltre l'ipertesto prodotto è anche stato tradotto in inglese

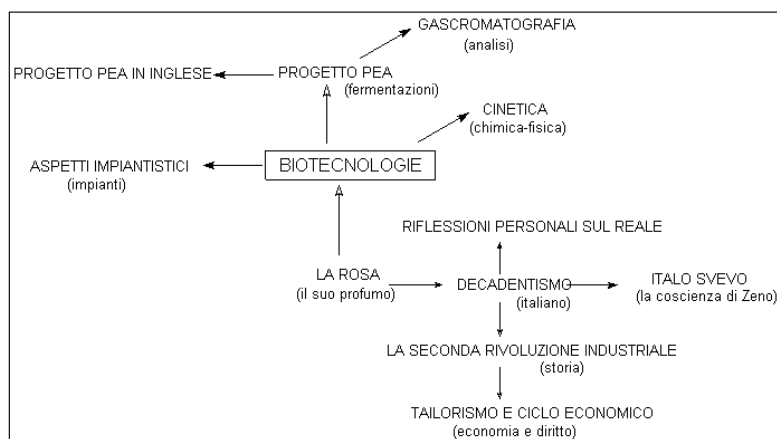


Fig. 1 - Mappa concettuale per la prova orale dell'Esame di Stato conclusivo (Gianluca Chiarello, a.s. 1998 - '99)

Simposio sulla multimedialità e la didattica

Provocato da un libro e da alcune osservazioni recentemente proposte dal prof. Margiotta dell'Università di Venezia sul gap culturale esistente attualmente fra la classe docente che si è formata sulla cultura scritta (il libro) e gli attuali studenti cresciuti sulla cultura visiva (l'immagine) si è tenuta in apertura di convegno un interessante simposio dedicato all'utilizzazione della multimedialità nella didattica. Purtroppo l'intervento del prof. Margiotta pure previsto in inizio di mattinata non si è svolto per indisposizione dell'oratore. La tavola rotonda ha avuto comunque un ottimo successo ed è stata dedicata ad alcuni esempi di applicazione della multimedialità in differenti campi disciplinari, dalla chimica, all'italiano e ai linguaggi non verbali e multimediali, alla geometria.

Per quel che riguarda il campo chimico il prof. G. Michelon dell'Università di Venezia (Cired) ha illustrato con molti esempi da vedere, utilizzando computer e videoproiettore, la attuazione pratica di un corso di chimica a distanza, utilizzando CD-Rom o sistemi in rete. Dalla esposizione si è subito constatato la utilità per gli studenti di poter usufruire a casa propria di un corso interattivo e di potere, via posta elettronica, mettersi in contatto in qualunque momento con il tutore per rispondere a quesiti o porre domande e richieste di chiarimento su quanto studiato. Questo richiede ovviamente un impegno assai maggiore per il docente rispetto ad un corso tradizionale che si risolve anche ovviamente in un maggior servizio ed utilità per lo studente.

Nel campo dei linguaggi non verbali e multimediali la professoressa N.L. Zini del Liceo Scientifico sperimentale Filippo Buonarroti di Pisa, ha illustrato con un CD-Rom gli splendidi risultati raggiunti dai suoi allievi che hanno progettato e preparato un lavoro multimediale e multidisciplinare dal titolo "La Morte Rossa" prendendo lo spunto dal famoso racconto di Edgar Allan Poe e coinvolgendo gli insegnanti di italiano e linguaggi multimediali e l'insegnante di Storia dell'Arte. Gli esempi mostrati hanno chiaramente indicato come i risultati che si possono ottenere dagli attuali studenti sono del tutto eccezionali e apparentemente imprevedibili a priori anche se ovviamente richiedono un fortissimo impegno didattico sia per i docenti che per gli studenti.

Infine c'è stato l'intervento di G. M. Todesco della DigitalVideo di Roma che ha mostrato, agendo come free lance e nel campo specifico della geometria in cui lui opera sia come appassionato cultore che da professionista, come sia possibile, utilizzando una semplice ricerca in rete di quanto già esistente, trovare una serie di strumenti didattici di facile uso per riuscire a dare immagini mentali degli aspetti più affascinanti della geometria. Inoltre ha portato anche dei contributi personali nella realizzazione visiva di superfici geometriche anche in movimento, che si affiancano efficacemente

ai classici modelli spaziali costruiti nel passato dagli istituti, oggi dipartimenti, di geometria per portare dei contributi non ottenibili da un modello materiale e chiarendo bene come il computer vada usato proprio per fare quelle cose che non si possono assolutamente fare in altro modo.

Crediamo di potere fare nostra la sua raccomandazione a provare ad utilizzare in modo nuovo e creativo questi nuovi strumenti. Infatti ... "i computers e la rete prima o poi arriveranno in tutte le classi ma le idee per uno sviluppo creativo non saranno comprese nella scatola".

I tre interventi sono stati seguiti con grande interesse da tutto l'uditorio e ne è seguita anche una breve ed interessante discussione.

P.E. Todesco

Iniziative Europee per l'autovalutazione in Chimica

Il prof. P.E. Todesco ed il prof. G. Avitabile hanno illustrato l'attività della Rete Tematica Europea di chimica, organizzata nell'ambito della Unione Europea e del progetto SOCRATES per il libero scambio di studenti e docenti nelle Università europee. L'ECTN (European Chemistry Thematic Network) ha intensamente lavorato negli ultimi quattro anni sotto il coordinamento dell'Università di Lione, CPE, Lione, Francia, CPE. Le università europee coinvolte sfiorano il centinaio. I gruppi di lavoro sono stati i seguenti:

- Core Chemistry 1996-1999
- Communication and Management Skills 96-99
- Safety 97-98
- Chemistry and the Environment 97-99
- Catalysis and New Materials 97-98
- Post-University Training for Industrial Chemists 97-99
- The Image of Chemistry 98-99
- Teaching and Learning Methods 98-99

Sono stati illustrati i risultati ottenuti dai vari gruppi di lavoro

In particolare l'attenzione si è rivolta alla attività del gruppo Core Chemistry che ha prodotto un libro contenente i rapporti nazionali di sedici paesi europei nei campi di chimica di base per la Chimica generale, la Chimica analitica, la Chimica inorganica, la Chimica fisica e la Chimica organica. Successivamente si sono proposti dei contenuti minimi per tutte le discipline in oggetto e i corrispondenti obiettivi di insegnamento. Il lavoro del gruppo Core Chemistry ha poi innestato l'objective 1 un progetto europeo per la autovalutazione da parte degli studenti a tre possibili livelli (all'uscita della scuola superiore, all'ingresso nei corsi universitari di chimica e alla fine del primo livello universitario di chimica).

Questo esperimento è stato fatto per verificare se i contenuti minimi che le università pensando di impartire siano poi effettivamente recepiti dagli studenti come patrimonio minimo comune a livello europeo.

Al momento attuale è disponibile un CD-Rom di prova contenente per ognuna delle quattro discipline di base una trentina di domande fisse cui lo studente deve rispondere nel tempo di un'ora. Le risposte vengono valutate e alla fine viene assegnato

un valore percentuale che permette di valutare la propria capacità. Il CD-Rom attualmente è disponibile in sei lingue europee, fra cui l'italiano. Lo scopo finale è quello di arrivare ad un programma completo che seleziona per ciascuna prova le trenta domande scegliendo stocasticamente da librerie che contengono una trentina di possibili domande. Inizialmente si userà come fonte di disseminazione controllata l'uso di CD-Rom per passare poi in un secondo momento alla creazione di un sito web a libero accesso. Sono stati illustrati esempi tratti dal CD-Rom. Il prof. Avitabile si è occupato dei primi due livelli e ne ha mostrato i relativi esempi, mentre il prof. Todesco si è occupato del terzo livello. La comunicazione è stata seguita con molto interesse e ci sono state numerose offerte di partecipazione alla sperimentazione che verrà fatta in futuro.

P. E. Todesco

L'ultima sessione di comunicazioni orali (coordinatore P. Riani) ha registrato, nonostante la tradizione che vede la fine dei congressi aver luogo di fronte ai classici "quattro gatti", una presenza e una partecipazione di pubblico più che soddisfacenti. Le comunicazioni presentate sono state quattro:

- Manuela Crescenzi (M. Crescenzi, M. Mancini, E. Torracca) ha presentato i risultati di un'analisi relativa alle attività di laboratorio descritte nei libri di testo più adottati; obiettivo del lavoro era l'elaborazione di una griglia di analisi che permettesse una valutazione quanto più possibile oggettiva delle schede sperimentali proposte.

- Raffaele Pentimalli (A. Bozzo, P. Bensi, F. Cenni, E. Francheschi, G. Fornari, L. Morali, E. Pedemonte, R. Pentimalli, M. Vignolo) ha parlato del contributo della chimica negli insegnamenti di indirizzo artistico. Il percorso didattico proposto, centrato sullo studio di un dipinto, comprende approfondimenti su materiali e tecniche pittoriche; le unità didattiche hanno come argomenti 1) luce e colore, 2) pigmenti, 3) leganti, 4) vernici, 5) supporti e preparazioni, 6) contributo della chimica al restauro.

- Franco Calascibetta (K. Andreoli, F. Calascibetta, L. Campanella, G. Favero, F. Occhionero) ha parlato di un progetto didattico relativo alla chimica delle sostanze di origine vegetale. Tale progetto, dal titolo "La chimica in un albero", fa parte di un tema più vasto ("La chimica e il mondo reale"), che comprende un argomento già sviluppato in precedenza, dal titolo "La chimica in un acquario".

- Giuseppe Poeta Paccati (A. Lunghi, G. Poeta Paccati) ha affrontato il tema della sicurezza, presentando lo studio di un metodo per la valutazione dei rischi termici, con l'applicazione a una reazione di nitratura. Evidente l'interesse didattico dell'argomento, visto fra l'altro lo scarso peso attribuito generalmente a questo problema anche nelle scuole di indirizzo chimico.

P. Riani

*Sezione speciale "CLORO AMICO MIO"
per la scuola elementare e secondaria di 1° grado*

Regolamento

Possono concorrere alla sezione speciale suddetta i docenti della scuola elementare e secondaria di 1° grado. I partecipanti dovranno presentare i risultati delle esperienze didattiche realizzate sotto forma di: lavori grafici, fotografie, video, opuscoli, questionari, interviste, relazioni. La finalità di questa iniziativa è quella di esaminare in modo innovativo anche sul piano didattico il contributo che il cloro ed i suoi principali derivati possono dare alla qualità della vita. Le esperienze dovranno riguardare gli aspetti connessi con la ricerca scientifica, le problematiche ambientali, le caratteristiche igienico-sanitarie, ecc..

Obiettivi e caratteristiche dei lavori

I lavori dovranno essere orientati ai seguenti obiettivi:

- a) diffondere una corretta informazione sul cloro ed i suoi principali derivati;
- b) promuovere comportamenti corretti nell'uso del cloro;
- c) dimostrare originalità e creatività nel messaggio diffuso.

Il materiale inviato dovrà presentare le seguenti indicazioni:

- a) l'iter metodologico seguito. Per ogni fase, in originale o fotocopia, la documentazione del materiale prodotto;
- b) durata dell'iniziativa;
- c) numero degli alunni coinvolti in rapporto alla totalità della classe/classi;
- d) iniziative che coinvolgono famiglie, altre istituzioni scolastiche e/o fonti di informazione tecnico-scientifiche, originali indagini condotte sul territorio, cui verrà attribuito particolare merito.

Possono concorrere singoli docenti ed anche gruppi di docenti che abbiano coinvolto gruppi di classi.

I lavori presentati non dovranno aver ricevuto ulteriori premi e riconoscimenti.

Scadenza

Le iniziative in questione vanno realizzate in modo che sia possibile inviare i relativi materiali entro il **15 marzo 2000** alla Segreteria del Premio Federchimica - Assobase (Via Accademia 33 - 22131 Milano) segnalando sulla busta il riferimento alla sezione, il nome del mittente ed il suo indirizzo.

Premi

Premio Docenti: L'ammontare dei Premi della Sezione è di Lit. 21 milioni così suddivisi:
1° Premio: 3 milioni per la scuola elementare, 3 milioni per la scuola secondaria di 1° grado;
2° Premio: 2 milioni per la scuola elementare, 2 milioni per la scuola secondaria di 1° grado;
3° Premio: 1 milione per la scuola elementare, 1 milione per la scuola secondaria di 1° grado;
Nel caso che il Premio venga assegnato a un gruppo di docenti, questi ultimi si suddivideranno il Premio stesso.

Premio Scuole: Alle scuole di appartenenza dei vincitori verrà assegnato un buono per l'acquisto di strumentazione scientifica dell'importo di 1.500.000 Lire.

Valutazione

La Giuria della sezione speciale sarà composta dalla Giuria del Premio.

"FEDERCHIMICA - PER UN FUTURO INTELLIGENTE" cui si aggiungeranno alcuni membri designati da Assobase. Per tutto quanto non previsto dal Bando della sezione speciale occorre fare riferimento al Bando del Premio "FEDERCHIMICA - PER UN FUTURO INTELLIGENTE".

Per ulteriori informazioni vedasi anche sito internet "www.cloro.org".

Scheda di Iscrizione



DA COMPILARE ED INVIARE ALLA SEGRETERIA

ENTRO IL 29 FEBBRAIO 2000

Qualifica

Nome

Cognome

Struttura di Appartenenza (Dipartimento, Istituto, Centro, ecc.)

Ente (Università, CNR, Ditta, ecc.)

Indirizzo (via, piazza, ecc.)

CAP.

Città

Provincia

e-mail

Telefono

fax

Divisione

Gli utilizzatori di questa scheda dovranno inviare la stessa per posta a:

Società Chimica Italiana, Congresso SCI 2000

viale Liegi 48/c, 00198 Roma

tel. 068553968 / 8549691, fax 068548734

e-mail valeriasleiter.sci@agora.stm.it

Quote di iscrizione

- Ordinario Socio SCI (Lit. 350.000)
 Ordinario non Socio SCI (Lit. 500.000)
 Non Strutturato Socio SCI (Lit. 250.000)*
 Non Strutturato non Socio SCI (Lit. 400.000)
 Junior (Lit. 300.000)
 Insegnante Socio SCI (Lit. 50.000)*
 Partecipazione gratuita

Quota iscrizione

Numero di Accompagnatori: (Lit. 50.000 cad.)

Quota accompagnatore/i

Penale successiva al 29/2/2000 (Lit. 100.000)

Totale iscrizione

Modalità di pagamento

- Assegno (non trasferibile intestato a: SCI 2000)
 Vaglia (intestato a: SCI 2000)
 Bonifico Bancario
 Carta di credito
 Partecipazione gratuita

Solo per i non strutturati

l'attestazione di qualifica è stata spedita da:

Solo per i possessori di Carta di credito:

Tipo di carta	<input type="radio"/> VISA	<input type="radio"/> MasterCard	<input type="radio"/> CartaSi	<input type="radio"/> EuroCard
Titolare	<input type="text"/>			
Numero della Carta	<input type="text"/>			
Scadenza (ggmmaaaa)	<input type="text"/>			
Importo	<input type="text"/>			

* Non si applica la penale per le iscrizioni successive al 29 febbraio 2000

IMPORTANTE: chi effettua il pagamento tramite bonifico deve accertarsi che il pagamento sia stato effettuato AL NETTO delle commissioni bancarie; in caso contrario, la differenza dovrà essere versata direttamente dal congressista all'atto della registrazione al Congresso. Copia dell'ordine della Banca o mandato dovrà essere inviato, nel più breve tempo possibile alla SCI via fax (06-8548734) **bonifico bancario** sul C/C n. 171579 intestato a: SCI 2000, presso la Deutsche Bank, Agenzia D, Piazza Cuba 2, 00198 Roma, cod. CAB 03203, cod. ABI 3104

NOTA: Le informazioni trasmesse saranno introdotte in una banca dati utilizzata **esclusivamente** per scopi congressuali e, ai sensi della Legge 675/96, potranno essere aggiornate o cancellate previa richiesta alla Segreteria del Congresso.