
Giornale di Didattica della Società Chimica Italiana

CnS

LA CHIMICA NELLA SCUOLA



ITIS "M. Panetti" - Bari

**COMMISSIONE
CURRICOLI**

**L'ATOMO
MATEMATICO**

**OLIMPIADI
RITORNA L'ORO**

**ASSEMBLEA DEI SOCI
DELLA DIVISIONE**



Società Chimica Italiana

Anno XXI
Settembre - Ottobre 1999

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. 051 2099521 - fax 051 2099456
E-Mail: fpcns@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. 051 245290 - fax 051 249749

Periodicità: bimestrale (5 fascicoli all'anno)

Abbonamenti annuali

Italia L. 90.000 ec 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. 06/8549691 fax 06/8548734
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. 051 6650024

SOMMARIO

EDITORIALE

Le scuole di specializzazione per insegnanti
Una sfida per l'università **105**
di *Paolo Mirone*

Gli Intellettuali italiani e la persecuzione razziale **107**
di *Paolo Edgardo Todesco*

DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

L'atomo matematico **112**
di *Liliana Mammino*

ESPERIENZE E RICERCHE

Sostanze, miscele, reazioni: un'indagine sulle
concezioni delle matricole di chimica **116**
di *Paolo Mirone, Ezio Roletto*

Additivi alimentari: conoscenze e pregiudizi di studenti
delle scuole superiori **121**
di *Paola Ambrogio, Rosalba Marcellini, Giovanni Mori*

GIOCHI DELLA CHIMICA

Selezioni nazionali
XXXI Olimpiade - *I risultati* **128**

LABORATORIO E DINTORNI

Ossidazione del cicloesano in scala ridotta **131**
di *Dario Santel, Andrea Serafini*

RUBRICHE

UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA

Uno sguardo dalla poltrona **134**
di *Ermanno Niccoli*

ATTIVITA' DELLA DIVISIONE

Commissione curricoli **106**

LETTERE

Sull'analogia tra agenti nucleofili e basi di Lewis **135**
di *Livia Marcato, Francesco Temi*
Le sintesi organiche giocando a carte di *Andrea Serafini*
Ancora sul concetto di mole di *Nicola Precchia*

SEGNALAZIONI

137

NOTIZIE

111

Sito Internet S.C.I. <http://sci-chim.dimi.uniroma3.it>

LE SCUOLE DI SPECIALIZZAZIONE PER INSEGNANTI

Una sfida per l'università

Se, come sembra ormai certo, le scuole di specializzazione per insegnanti secondari saranno attivate entro l'anno, una importante occasione si presenterà per l'università italiana. Occasione che al tempo stesso costituisce una sfida perché, a seconda di come sarà colta e portata avanti, essa potrà essere ricca di frutti non solo per la scuola secondaria ma anche per l'università, oppure produrrà qualche cambiamento esteriore lasciando però pressoché immutata la sostanza delle cose.

L'Italia è uno dei pochissimi paesi civili - o forse l'unico - in cui si può - anzi, si è praticamente costretti - a iniziare la professione di insegnante senza aver ricevuto una specifica formazione di tipo pedagogico-didattico. Non c'è dubbio che, fra i tanti mali di cui soffre la scuola italiana, la mancanza di professionalità che ne consegue è uno dei più gravi e profondi, nonostante gli sforzi ammirevoli di molti insegnanti per rimediarvi. Quindi, se l'insegnamento nelle scuole di specializzazione sarà impostato nel modo giusto, è lecito attendersi nel giro di un paio di decenni un netto miglioramento della qualità dell'istruzione che viene impartita nella scuola secondaria italiana.

Tuttavia, quando mi guardo intorno nella mia università e in quelle vicine, mi viene un dubbio. I docenti universitari hanno le idee chiare su come dovrà essere il loro insegnamento nelle future scuole di specializzazione? Non ci sarà il rischio che, dovendo tenere il corso di "Didattica della x-logia", il titolare della cattedra di X-logia si riduca a svolgere una versione abbreviata del proprio corso ufficiale, oppure un corso di aggiornamento sulle più recenti scoperte nel campo della x-logia? O - rischio ancor più realistico - non succederà che i docenti più esperti deleghino l'insegnamento nelle scuole di specializzazione a ricercatori alle loro prime armi come insegnanti?

In realtà, tenere un corso di didattica disciplinare è un compito tutt'altro che semplice, perché è neces-

sario combinare competenze di didattica generale e di didattica disciplinare per mettere a punto il percorso didattico più idoneo a far giungere gli studenti alla conoscenza della materia. Occorre inoltre saper individuare i nodi concettuali della disciplina, cioè quei concetti - o gruppi di concetti - che, se non adeguatamente chiariti, costituiscono ostacoli insormontabili per un apprendimento significativo (per fare un esempio elementare, come è possibile far capire a un ragazzo che cos'è una reazione chimica se questi non possiede il concetto chimico di sostanza?). Partendo da detti nodi concettuali si dovrà poi tracciare una mappa dettagliata della disciplina, alla quale il futuro insegnante possa far riferimento per la scelta degli argomenti e l'ordine in cui trattarli. In altri termini, i corsi di didattica disciplinare dovranno avere un carattere eminentemente metodologico, intendendo però la metodologia in senso culturale più che tecnico.

Se l'insegnamento nelle scuole di specializzazione sarà impostato secondo i precedenti criteri, è assai probabile che anche per l'università ne derivino alcune benefiche conseguenze. In primo luogo una maggiore sensibilità per la didattica, un'attività oggi ritenuta da molti secondaria rispetto alla ricerca per effetto delle pressioni congiunte esercitate da una parte dalle esigenze di carriera e dall'altra dai criteri di giudizio comunemente adottati nei concorsi universitari. Ma oltre a una generica sensibilità, si può sperare che maturi negli universitari la consapevolezza che i problemi tutt'altro che semplici presentati dalla didattica delle discipline scientifiche vanno affrontati - sembra quasi un'ovvietà affermarlo - con una mentalità scientifica, cioè con un atteggiamento di ricerca.

Se i problemi didattici rimangono irrisolti è impossibile che gli studenti - a parte quei pochi casi felici in cui l'insegnamento è quasi superfluo - raggiungano un grado di apprendimento significativo, cioè una padronanza della materia che gli permetta di affron-

tare con successo problemi in cui non basti impiegare qualche algoritmo già noto, ma occorra applicare concetti noti in situazioni nuove. La ragione fondamentale per cui una seria ricerca in didattica dovrebbe essere accolta nei dipartimenti universitari con un rango pari a quello della ricerca nelle altre discipline, è data dalla necessità di accrescere il numero, oggi assolutamente inadeguato come dimostrato da varie indagini, degli studenti che arrivano al livello dell'apprendimento significativo.

Mi ha sempre colpito la rapidità con cui gli studenti dimenticano ciò che hanno studiato in vista di un esame, magari superato a pieni voti (ma ancor più mi stupisce la serenità con cui i miei colleghi accettano questo quasi fosse un fatto ineluttabile). Può

darsi che si tratti in parte di un fenomeno fisiologico, dovuto alla quantità sempre più grande di nozioni che gli studenti devono memorizzare – com'è testimoniato dalle crescenti dimensioni dei libri di testo – e dalla conseguente necessità di sgomberare la memoria per fare spazio alla materia del prossimo esame. Sarebbe certamente il caso di prendere dei provvedimenti per cercare di ridurre tale sovraccarico; ma, in una prospettiva di apprendimento significativo, ogni docente dovrebbe preoccuparsi innanzitutto che il suo corso lasci negli studenti una "impronta metodologica" che rimanga, come un abito mentale, anche dopo che la maggior parte delle nozioni impartite sarà evaporata dalla memoria.

Commissione Curricoli



Le attività del Forum di Bologna svolte in vista della riforma della scuola, come riferito su CnS, sono culminate nei lavori del 8/5/1999 e coinvolgono nella formulazione dei curricoli le associazioni disciplinari, tra queste la Divisione Didattica della SCI.

Le singole associazioni sono state chiamate a formulare curricoli per l'insegnamento modulare delle varie discipline. Nel nostro caso si tratta di arrivare alla stesura di curricoli modulari di chimica, relativi ai vari segmenti della scuola primaria e secondaria, così come sono previsti dallo schema di riforma.

Il giorno 6/9/1999 a Firenze su iniziativa della Divisione si è riunito un primo gruppo di soci per promuovere in tempi brevi la formazione di una commissione di lavoro.

Del gruppo suddetto fanno parte: Aquilini Eleonora, Bagni Giuseppe, Costa Maria Grazia, Duranti Cristina, Fetto Pasquale (membro del Direttivo della Divisione), Fiorentini Carlo, Niccoli Ermanno (Vicepresidente della Divisione), Olmi Fabio (Membro del Direttivo della Sezione Toscana), Riani Pierluigi (Presidente della Sezione Toscana).

È previsto che la commissione, almeno per una parte del suo lavoro, operi per sottocommissioni, corrispondenti rispettivamente ai segmenti dei primi quattro anni della scuola primaria, degli ultimi tre anni della scuola primaria,

del biennio iniziale della scuola secondaria e del triennio finale della scuola secondaria.

La Commissione è aperta a tutti i soci che fossero interessati a partecipare ai lavori. La prossima riunione avrà luogo alle ore 15 del giorno 5/10, a Firenze presso il Liceo Scientifico "Leonardo da Vinci", via Marignolli, 1 – Tel. 055366951 Autobus n.23 dalla Stazione Centrale F.S.). Il rimborso delle spese di viaggio dovrà essere a cura delle rispettive Sezioni Regionali.

I soci interessati possono comunicare la loro adesione al numero telefonico di Pasquale Fetto (051-2099521) o ad uno dei seguenti indirizzi di posta elettronica: <fpcns@ciam.unibo.it>, <f.olmi@fi.flashnet.it>; si è pregati di indicare i segmenti scolastici a cui si desidera afferire in base ai propri interessi ed in base alla esperienza maturata. Per evidenti ragioni di funzionalità dopo la seconda riunione non saranno più accettati nuovi membri nella commissione.

I soci interessati che avessero difficoltà a partecipare di persona ai lavori della commissione, possono interagire con la commissione via e-mail, inviandoci i loro contributi e ricevendo i materiali elaborati.

Si riportano di seguito i riferimenti bibliografici utili per lo svolgimento dei lavori.

Pubblicazioni a carattere generale:

1. G. Bagni, Quaderno n.2 CIDI, pag.62, Loecher/Zanichelli Ed., 1999 Bologna
2. F. C. Carasso Mozzi, M. G. Tollot, CnS 1999, n.2, pag.37
3. C. Fiorentini, Quaderno n.1 CIDI, pag.43, Loecher/Zanichelli Ed., 1998 Bologna
4. P. Mirone, CnS 1998, n.2, pag. 49
5. P. Mirone, CnS 1999, n.3, pag. 67
6. E. Niccoli, CnS 1979, n.3, pag. 3
7. E. Niccoli, CnS 1979, n.4-5, pag 13
8. E. Niccoli, CnS 1979, n.6, pag 9
9. E. Niccoli, CnS 1996, n.1, pag 24
10. E. Niccoli in AA.VV., Fondamenti Metodologici ed Epistemologici Storia e Didattica della Chimica, Ed. CNR, 1998 Pisa
11. E. Niccoli, Naturalmente 1999, n.1, pag. 45
12. F. Olmi, CnS 1999, n.3, pag. 65
13. E. Roletto, P. G. Albertazzi, A. Regis, CnS 1996, n. 1, pag. 14
14. E. Roletto, P. G. Albertazzi, A. Regis, CnS 1996, n. 2, pag. 37

Segmento corrispondente all'attuale scuola elementare:

1. AA VV, La Chimica alle Elementari, Giunti e Lisciani Ed., Firenze
2. R. Carpignano e all., CnS 1999, n.2, pag.47
3. C. Fiorentini, La Prima Chimica, Franco Angeli Ed., 1990 Milano

Segmenti corrispondenti al ciclo primario:

1. G. Condolo, E. Roletto, CnS 1999, n.2, pag. 53
2. G. Condolo, E. Roletto, CnS 1999, n.3, pag. 79
3. P. Riani, CnS 1997, n.5, pag.137
4. P. Riani, CnS 1997, n.5, pag.146
5. P. Riani, CnS 1999, n.3, pag.73

Biennio iniziale del ciclo secondario:

1. E. Aquilini, CnS 1998, n.1, pag.5
2. F. Olmi, CnS 1997, n.1, pag.9
3. F. Olmi, Didattica delle Scienze 1996, n. 186, pag. 32
4. F. Olmi, Naturalmente 1997, n. 3, pag.58
5. P. Riani, CnS 1998, n.4, pag.126

La Facoltà di Chimica Industriale dell'Università di Bologna ha dedicato la giornata del 24 marzo 1999 a un convegno in memoria di Primo Levi. Uno degli interventi, sul tema dell'atteggiamento degli ambienti intellettuali italiani di fronte alle leggi razziali del 1938, è stato tenuto dal prof. Todesco. Ne pubblichiamo volentieri il testo, anche se non tratta argomenti di chimica, perché esso è basato sui ricordi dell'autore, allora bambino, e dei suoi familiari. Si tratta di una testimonianza diretta di grande interesse umano e di alto valore educativo, che può aiutare coloro che in quegli anni non erano ancora nati a farsi un'idea realistica delle vicissitudini di una famiglia ebrea (nel caso in questione solo per parte di padre) nel periodo 1938-1945, al termine del quale molte altre famiglie, più sfortunate di quella del prof. Todesco, erano scomparse nei campi di sterminio.

GLI INTELLETTUALI ITALIANI E LA PERSECUZIONE RAZZIALE

Questo pomeriggio della giornata di omaggio a Primo Levi sarà dedicato ad osservazioni fatte da lettori di Primo Levi che incidentalmente sono anche professori di questa Facoltà. Essendo professore di questa Facoltà, (fra l'altro ne sono il Decano, che vuol dire il più vecchio), ho ritenuto un onore per me intervenire, anche se la lettura dei libri di Primo Levi ha certamente scosso in me un lato non del tutto usuale.

Per questo il mio intervento in questa giornata dedicata a Primo Levi, sarà probabilmente un po' anomalo, perché parlerò, senza possedere particolari competenze storiche o di analisi politica, di un fenomeno grave e imponente, parlerò cioè del modo in cui la classe intellettuale italiana ed europea accolse la persecuzione razziale impostata fin dalla fine degli anni '30 dal Fascismo e dal Nazismo. Questo avvenne molto prima dell'inizio della soluzione finale, rappresentata dal rastrellamento degli ebrei in tutta Europa, assieme ad altre minoranze ritenute da eliminare per salvaguardare la purezza della razza, avvenuta prevalentemente dal '43 al '45 e conclusa con la Shoah, con il sacrificio di milioni e milioni di ebrei europei. Questo atteggiamento della classe intellettuale dell'epoca ha avuto conseguenze anche sugli anni successivi del dopoguerra e probabilmente rimangono strascichi anche nei giorni nostri. Le fonti cui mi sono rivolto per preparare questo intervento sono principalmente la mia personale esperienza di figlio di padre ebreo fiorentino e di madre ariana, bolognese in specifico e parente diretta di san Petronio e che quindi avrebbe dovuto

essere esente da persecuzioni.

Fra l'altro, secondo il costume ebraico, ebreo è solo colui che nasce da madre ebrea ma Hitler evidentemente non conosceva questo splendido riconoscimento della importanza e della centralità della donna nella cultura e nella tradizione ebraica e sottopose tutti noi ad un'egualitaria, totalizzante ed assurda persecuzione. Credo che questa testimonianza, che non ha certamente il rigore di un'indagine scientifica, cosa che avrei fatto o avrei dovuto fare volentieri come chimico, possa avere ugualmente valore in quanto il tempo oramai passato, sono passati più di sessant'anni da quel 1938 che segnò in Italia l'inizio ufficiale della persecuzione razziale, rende i miei ricordi personali un patrimonio, per fortuna oramai diventato raro, ma forse, anche per questo, di un certo valore e magari da tramandare in qualche modo. E mi rendo conto che i nostri studenti hanno vissuto un'infanzia senza i problemi drammatici che hanno toccato la mia e quella di molti miei coetanei e di questo ne sono felice per loro. Ma credo che la memoria di quello che è stato e rimane anche oggi un punto nero nella vita del mondo moderno, debba essere coltivata e quanto è successo non debba assolutamente essere dimenticato, ad evitare che fenomeni di questo genere possano di nuovo avere luogo. E se ci pensate oggi nel Kossovo o in altre contrade della vicina ex Jugoslavia questi fatti, di annientamenti considerati di etnie indesiderate si verificano senza che la civile Europa riesca in nessun modo ad impedirlo, come già successe per gli ebrei negli anni che vanno dal '38 al '45., per non

parlare di quello che continua a succedere in Africa ed è successo o succede in Cambogia ed in altri paesi dell'estremo oriente. Inoltre credo che l'analisi dei sentimenti che mi ritrovo dentro nel rievocare quei fatti e quelle situazioni possano essere una chiave di lettura che permetta di capire alcuni fatti difficilmente interpretabili in altro modo. E uno di questi fatti difficilmente comprensibili è proprio la morte di Primo Levi avvenuta l'11 aprile 1987. Una persona della grandezza e della capacità di Primo Levi ha pensato, a 68 anni, di non essere più in grado di continuare a vivere, proprio lui che a 24 anni aveva resistito con successo alla bufera di follia che il nazismo aveva scatenato su tutti gli ebrei e su altri sventurati come gli zingari, ritenuti chissà perché di una razza inferiore.

La spinta vitale che nel lager lo aveva spinto a utilizzare al massimo le sue doti per mantenersi in vita, come la sua conoscenza della chimica impiegata per potere occupare una posizione di sopravvivenza, mentre attorno a lui gli altri, i sommersi, i meno dotati morivano, non è servita, non è riuscita a 68 anni a mantenerlo vivo. E questo dopo il ritorno alla libertà, cosa certamente ritenuta impossibile durante il tempo passato ad Auschwitz, e ancora dopo un lungo periodo di soddisfazioni professionali e di apparente agiatezza e felicità.

Improvvisamente, dopo tanti anni passati dai momenti terribili della prigionia, Primo Levi ha rifiutato la vita, proprio una vita pienamente realizzata, un mestiere di chimico sostenuto con passione ed esercitato con capacità e soddisfazione, una professione di scrittore di grande successo, soprattutto internazionale, esercitata dapprima sotto l'urgenza, la necessità di raccontare agli altri, a quelli che non c'erano, le cose che erano successe, non tanto a lui quanto ai morti, che non avevano più modo di raccontare nulla e cui era giusto di prestare la propria voce. Poi in seguito la sua arte di scrittore si è rivolta ad altri argomenti, altre cose, meno terribili, meno stringenti, meno esclusive, ma pur sempre vissute e condivise con spinta, entusiasmo e grande capacità. E scrivere in modo che gli altri capiscano è una necessità stringente; lo stesso Primo Levi afferma che uno scrittore non scrive per se, scrive per gli altri e quindi gli altri devono capire. E' proprio questa necessità di farsi

capire che obbliga una persona come Levi ad utilizzare questo nuovo strumento, la scrittura, nel modo più meticoloso, chiaro e convincente possibile. Questa necessità di farsi capire acquista anche più valore se lo scrittore, inizialmente occasionale, di mestiere fa il chimico, abituato quindi a doversi spiegare in modo semplice per essere compreso da quelli che lavorano con lui e che dovranno eseguire le sue idee.

Un'altra ragione che ha costretto Primo Levi a scrivere in modo chiaro e comprensibile sta nel fatto che all'inizio della sua carriera di scrittore il suo scritto, i suoi primi libri descrivono situazioni terribili, intollerabili, che devono essere scritte proprio perché la gente sappia e capisca e apra gli occhi su quello che è successo e che oggi a così grande distanza di tempo sembra quasi impossibile, irreali, assurdo, inesistente. Il fatto è che l'orrore non è cominciato nel '44, l'orrore è cominciato in Italia con la promulgazione delle leggi di tutela della razza, avvenuta nel settembre del 1938. Per questa legge i professori ebrei furono allontanati dalle università, gli ebrei furono allontanati da tutte le posizioni ministeriali e statali, perfino l'accesso alle scuole fu negato a ragazzi ebraici senza che nessuno muovesse un dito. Addirittura ci furono alcuni pseudo studiosi, come il prof. Pende, noto genetista dell'epoca, che avallarono da un punto di vista "scientifico" il famoso manifesto sulla difesa della razza. Questo manifesto e queste leggi caddero come un fulmine a ciel sereno sulla comunità ebraica italiana che era nella maggior parte dei casi completamente integrata nella società italiana e i componenti la comunità ebraica non si rendevano minimamente conto di essere in qualche modo "diversi" dai loro amici italiani di razza ariana, con cui condividevano modi di vivere, di lavorare, di gioire e di costruire una società che speravano certamente più giusta e più avviata alla felicità e al benessere di quella in cui avevano fino a quel momento vissuto. Nel settembre 1938 io avevo quasi sei anni, li avrei compiuti in ottobre e mio padre avrebbe dovuto essere chiamato alla cattedra di Fisica Sperimentale dell'Università di Bologna, cattedra che era già stata di Augusto Righi e di Quirino Majorana, zio del famoso matematico Ettore Majorana, misteriosamente scomparso in quegli anni.

Mio padre era un uomo d'ordine, aveva partecipato alla grande guerra e dopo, mentre faceva il commesso di negozio di giorno, aveva cominciato a studiare la sera, frequentando i corsi speciali per reduci, ed era riuscito a laurearsi in Fisica, era rimasto a lavorare come assistente nel glorioso Istituto di Fisica diretto da Augusto Righi. Poi mio padre si era dedicato a studiare con Majorana le onde elettromagnetiche e aveva fatto una rapida carriera; aveva partecipato alla venuta a Bologna di Albert Einstein, persona con la quale il suo direttore Majorana non andava troppo d'accordo, poi aveva vinto la cattedra a trentadue anni, un record per quell'epoca ed era stato nominato professore di Fisica a Sassari, poi a Perugia. E avrebbe dovuto tornare a Bologna quando il prof. Majorana andò in pensione; la seduta di Facoltà che avrebbe dovuto chiamarlo era fissata per il giorno 10 di settembre. In casa mia tutti erano elettrizzati, finalmente il papà tornava a Bologna e avrebbe smesso di fare la spola fra Perugia e Bologna, lo vedevamo solo di domenica e siccome era una persona piacevolissima era un vero dispiacere non averlo più vicino. E il benessere in quella fine di agosto cominciava per noi ad arrivare; in casa nostra arrivò una enorme radio con il grammofo, un sogno per quell'epoca. Però arrivò anche, dopo poco, l'infausto otto settembre del '38 ed uscirono le leggi razziali. La domanda di mio padre non era più valida, lui non poteva più fare il professore universitario, tutta la sua vita veniva, da un momento all'altra, distrutta per ragioni del tutto incomprensibili. La radio nuova scomparve velocemente così come era comparsa e questo fu un fatto che mi colpì molto.

Ma chi fu veramente colpito da quello che stava accadendo fu mio padre. Lo Stato di cui lui era un fedele servitore, lui concepiva il mestiere del professore come un servizio per la cultura e soprattutto per gli studenti, lo Stato che lui rispettava e che continuava a rispettare improvvisamente gli diceva che non si fidava di lui, aveva un peccato originale incancellabile: era sì un cittadino italiano ma di razza ebraica come scrivevano loro, i funzionari dello stato nelle loro stupide circolari, e quindi costituiva un pericolo per le giovani generazioni. Questa cosa era del tutto incomprensibile e lui, come molti altri, si aspet-

tava che ci fosse una sollevazione da parte di tutto il mondo accademico, scientifico e cittadino, lui era bravo, si era conquistato il posto di professore lavorando duramente, a livello mondiale. Aveva anche trovato applicazioni pratiche della sua conoscenza della fisica sperimentale. La porta automatica della T.I.M.O. (poi S.I.P. e oggi Telecom.) in via Altabella, funzionante a cellule fotoelettriche era stata progettata da lui, la prima in Italia e sullo stesso principio aveva anche realizzato lo sbarramento del porto di Taranto che gli valse il titolo di Cavaliere riconosciuto dal Re, quale ricompensa della Nazione per il suo lavoro.

A questo proposito era così convinto che la campagna razziale fosse una cosa insensata che scrisse una lettera al Re spiegando che se il ritmo con cui gli ebrei italiani si sposavano con donne italiane non ebraiche fosse continuato, la questione razziale si sarebbe risolta da sola nel giro di qualche generazione e quindi non c'era motivo di mettere in opera tutte queste misure protettive. Chiaramente mio padre la pensava da ebreo, per cui i figli di donna non ebrea non erano ebrei ma purtroppo il Re era un pavido che lasciava fare chi veramente in quel momento comandava e probabilmente Mussolini che certamente comandava in quel periodo voleva fare vedere al mondo che era primo e non secondo ad inseguire i sogni di purezza ariana che affascinavano tanto il suo amico e rivale Hitler.

Hitler gli ebrei li voleva proprio morti, mentre da noi le cose erano almeno all'inizio abbastanza blande in apparenza. Ma il vulnus incredibile successe proprio allora, nel settembre '38, quando un grande gruppo di persone di nazionalità italiana, razza "ebraica", come stupidamente venivano denominate pur essendo del tutto non diverse dagli altri italiani di razza "ariana", veniva improvvisamente messo fuori legge, almeno per quel che riguardava gli uffici pubblici. E nessuno si mosse indignato da questa incredibile violazione della dignità umana, o meglio qualcuno lo fece ma fu una piccolissima minoranza.

Voglio citare qui per tutti Enrico Fermi, grande della Fisica, che pur non essendo ebreo se ne andò dall'Italia perché sua moglie ebrea aveva perso i diritti pieni di cittadina e lui lo trovava insopportabile e trovava insopportabile vivere in un paese che violava

le leggi di dignità umana in questo modo. Anche altri professori non ebrei se ne andarono in quella occasione dall'Italia ma furono un piccolo numero, gli altri intellettuali invece rimasero zitti, in fondo loro non erano ebrei, la cosa apparentemente non li riguardava. E molti scienziati ebrei a quel punto cacciati dalle Università italiane migrarono negli Stati Uniti e collaborarono a fare vincere la guerra contro la Germania e l'Italia, per fortuna di tutto il mondo. Mio padre fu fra quelli che non riuscirono ad andare in America, le Università americane in genere offrivano un biglietto per la traversata in nave dall'Europa, al massimo due e i voli transoceanici di linea non esistevano ancora. Ma noi eravamo già sei figli più due genitori, che facevano otto e i soldi per otto biglietti non si trovarono e così ci trovammo a fare la fame mentre mio padre cercava un nuovo lavoro e mia madre dovette riprendere gli studi, si laureò in matematica e trovò posto nella scuola e cominciò a dare una quantità incredibile di lezioni private; mantenere una famiglia di otto persone non era semplice.

Mio padre trovò poi lavoro presso una grande fabbrica milanese di prodotti elettrici ed elettronici, la S.E.C.I. (Società Elettro Chimica Italiana), anche oggi esistente. Ci fu da parte di amici e colleghi un certo aiuto ma mancò una cosa che alla luce di oggi mi sembra una gravissima mancanza; ci fu cioè una mancanza assoluta di proteste da parte della classe intellettuale italiana ai provvedimenti razziali. Ed effettivamente era quello il momento di intervenire, era ancora possibile intervenire, la situazione se presa fin dall'inizio poteva essere contrastata e forse anche risolta. Ma nessuno della classe intellettuale che aveva il dovere di intervenire fece qualcosa; i diritti violati per gli ebrei erano anche i loro diritti; accettando di discriminare qualcuno per ragioni inesistenti si offrivano in blocco a perdere qualunque tipo di diritto, cosa che poi successe con la entrata in guerra e con i successivi eventi fino al settembre del '43 (ancora un 8 settembre nefasto) e poi negli anni della repubblica di Salò terminati con la catastrofe finale. Bene ha fatto il nostro Rettore l'anno scorso a commemorare il sessantesimo anniversario di queste vergognose leggi e a segnalare l'inaudita mancanza di reazione da parte della classe intellettuale ed

accademica a queste fortissime violazioni dei diritti umani; tutto questo è ricordato in una lapide posta nell'atrio principale dell'Università in via Zamboni 33.

Noi l'8 settembre del '43 avemmo l'ordine di consegnarci alle autorità e ricordo che mio padre voleva consegnarsi, lui era un cittadino ossequioso alle autorità anche se le autorità dimostravano chiaramente e lo dimostrarono fino in fondo, che non erano più degne di alcun rispetto. Per fortuna una parte del popolo capì la necessità di ribellarsi e nacque la resistenza dei partigiani, su cui è giustamente scritto che è fondata la nostra costituzione. Noi a quell'epoca non ci consegnammo, mia madre non aveva il senso di legalità spinta di mio padre ed entrammo in clandestinità e ci salvammo. E una mia prozia, Fanny Todesco in Francioni, la madre di Carlo Francioni, il grande pediatra, cui è stato dedicato per molti anni uno degli istituti che si occupavano dell'infanzia nella Nostra Università, la mia prozia rimase nella sua casa di viale Filopanti; aveva più di novanta anni, era conosciutissima per le opere di assistenza che svolgeva in tutta la città ed era amata da tutti. E i tedeschi la portarono via e la caricarono su quei vagoni piombati che Primo Levi ha così bene descritto e l'hanno riconosciuta alla stazione di Verona e poi di lei non sappiamo più nulla; sappiamo solo che compare nella lista degli eliminati ad Auschwitz; che minaccia per la razza poteva essere una buona signora di novant'anni che aveva speso tutta la sua vita per gli altri e tutti lo sapevano... E tutti sapevano anche che chi partiva con quei vagoni andava a morire e adesso molti fanno finta di non averlo mai saputo e nessuno si è opposto, avevano cominciato a cedere nel '38 quando forse ancora la possibilità di intervenire c'era ancora; dopo, nel '43 le cose stavano andando così male per tutti che ognuno cominciava a preoccuparsi per se, non aveva tempo di pensare che a qualcun altro stava andando assai peggio... e solo pochi coraggiosi non ruppero i rapporti con noi, dal prof. Giobatta Bonino, accademico del regno e fascista dichiarato, che però ci aiutò più volte in momenti difficili, al dott. Della Monica, direttore della Casa Editrice Zanichelli, casa in cui abitavamo, in via Innerio al numero 34 e che ci nascose i mobili e le altre masserizie sot-

to i fusti di carta della casa editrice. Così noi entrammo in clandestinità, i sei figli furono nascosti in collegi di orfani, le ragazze da una parte, a Imola e poi a Milano, i ragazzi da un'altra, prima a Faenza, poi a Torre Santa Maria, in Val Malenco, sopra Sondrio e infine a Seregno. A dieci anni diventai un numero nel collegio di orfanelli, ero il numero 178 e imparai a usare un nome falso; mi chiamavo Banzi, il cognome di mia madre, la gloriosa famiglia Banzi, con casa nobile in via Galliera in cui probabilmente aveva vissuto la nostra antenata, Santa Giuliana Banzi che la tradizione popolare bolognese venerava e venera come cugina di San Petronio.

E solo la cronica mancanza di fondi aveva impedito nel '700 la costruzione di una grande basilica dedicata alla santa, vicino alle sette chiese di Santo Stefano, in cui, a tutt'oggi, riposa il corpo di Santa Giuliana Banzi. Di questa basilica, mai costruita, sono rimasti solo i progetti. Mio padre e mia madre rimasero a Milano, la SECI era molto interessata alle abilità di mio padre e non voleva rinunciarvi solo perché lui era ebreo. Si era anzi stabilito una procedura di emergenza; se i tedeschi si fossero presentati all'entrata dello stabilimento il portiere avrebbe suonato un campanello direttamente dentro lo studio di mio padre, che avrebbe potuto raggiungere una porta secondaria, salire su un muro, fare un certo numero di gradini di una ciminiera, fino a scavalcare un altro muro che separava la fabbrica dalla strada secondaria. Per fortuna questo complicato tipo di evasione non fu necessario anche se non mancarono avventure tipo fuga sui tetti, con il pentolino del latte dimenticato in mano, compiuta da mia zia e mia nonna a Firenze dove erano nascoste, mentre i tedeschi salivano le rampe di scale che portavano al loro appartamento al quarto piano, come in un film di guerra, solo che quella per loro è stata la realtà.

Mio padre alla SECI fu incaricato di accertare l'uso di un dispositivo trovato su un aereo alleato caduto senza che il congegno di distruzione, incluso nel dispositivo stesso, fosse entrato in funzione. Si trattava del radar dell'aereo, allora in uso negli aerei alleati mentre i tedeschi non ne erano forniti e questo fu certamente un fattore decisivo nelle battaglie aeree che finirono per nostra fortuna, con la sconfitta della Luftwaffe. Mio

padre capì la funzione del dispositivo, le applicazioni pratiche delle onde elettromagnetiche erano il suo pane quotidiano di scienziato. Immediatamente fece scomparire alcune parti essenziali per il funzionamento del dispositivo e fece una relazione da cui risultava che si trattava di uno strumento di comunicazione radio di scarsa importanza.

Così anche se il congegno di autodistruzione si era rivelato inefficace l'occultamento del dispositivo trovò per fortuna un'altra strada. I due anni dal '43 al '45 furono veramente anni di terrore. Io conservo due fotografie di mio padre e mia madre e le facce che si vedono nelle fotografie sono due facce di persone che vedono la morte vicina, molto vicina. Poi finalmente la guerra finì, ci furono i giorni gloriosi della liberazione di Milano ad opera dei partigiani che riuscirono a salvare il territorio dalla distruzione anche con l'aiuto del Cardinale Schuster, mentre i tedeschi si ritiravano e gli alleati non erano ancora arrivati.

La liberazione per noi fu proprio il sorgere del sole, l'alba di un mondo nuovo, come la sentii definire qualche decennio più tardi da Ernesto, un mio amico partigiano che aveva partecipato alla repubblica di Monte Fiorino nella montagna modenese. E in noi che eravamo sopravvissuti c'erano dentro sentimenti strani ed intensi. La gioia di essere ritornati alla libertà era offuscata dal ricordo di quelli che non ce la avevano fatta e l'essere sopravvissuti per noi era qualcosa che sentivamo di non esserci meritata, perché la maggior parte degli altri erano morti ed erano come noi, senza colpa. Il fatto che noi fossimo sopravvissuti era sentito quasi come una colpa. Ma la vita era così meravigliosa: si poteva andare in giro senza più nascondersi, senza paura di esser presi, senza dover pensare ad usare falsi nomi e false identità, il potere essere noi stessi, senza vergognarsi di esserlo, il potere tornare in mezzo alla altra gente come noi senza che nessuno ci indicasse col dito e dicesse: quello è un diverso, uccidiamolo.

Tutto questo rendeva la vita una cosa nuova, intensa, mai sentita. E c'era una cosa importantissima. Era finita l'epoca in cui lo Stato, il massimo tutore dei diritti e dei doveri di tutti aveva smesso di negarci il diritto di esistere, si poteva ricostruire il patto di

fiducia fra lo Stato che non era più ingiusto carnefice dei diversi come noi, bravi cittadini rispettosi delle leggi (e per gente che veniva dalla comunità ebraica il rispetto delle leggi è sempre stato nei secoli una cosa sacra, di estrema importanza).

Sentirsi negare il diritto all'esistenza proprio da parte dello Stato era una cosa intollerabile, che avrebbe potuto impedirci per sempre di avere fiducia nello Stato e nelle altre persone che avevano assistito senza intervenire, tranne pochissimi casi, a nostra difesa; noi eravamo e siamo innocenti delle cose orribili di cui lo Stato, massimo tutore della legalità ci aveva accusato. E l'assenza di proteste da parte degli intellettuali dell'epoca anche oggi la sento come una ferita aperta; il legittimare un comportamento immorale da parte dello Stato minaccia irrevocabilmente il patto sociale fra stato e cittadini e a quel punto nessuno può sentirsi al sicuro e questo è stato proprio quello che è successo.

Quegli intellettuali che non sono intervenuti per difendere gli ebrei dalla persecuzione hanno aperto le porte ad uno stato sempre più totalitario ed insensato che li avrebbe travolti in una spirale di morte e di distruzione. E va anche detto che la massima solidarietà, a parte il già citato prof. Bonino, la abbiamo trovata nella gente semplice, che non ci ha mai visto come diversi, che ci ha aiutato in molti modi senza porsi dei problemi, senza utilizzare ragionamenti complicati e sottili distinguo, come invece molti della classe intellettuale hanno fatto per non guardare quello che vedevano e per non sentire le tacite richieste di aiuto e di solidarietà. L'altra componente che ci ha protetto è stata la Chiesa, i gradi bassi della chiesa, e fra questi quel famoso Padre Zucca, quello che dopo la guerra fu accusato dai giornali di avere protetto i trafugatori della salma di Mussolini. Mio padre ed altri ebrei scrissero un lettera di protesta al Corriere della Sera, in difesa di Padre Zucca, che loro avevano avuto come efficace amico durante la persecuzione, mentre alcuni fra quelli che blateravano di antifascismo sui giornali del dopo guerra, quelli non li avevano visti proprio quando ce ne sarebbe stato un notevole bisogno.

Se analizzo il mio comportamento dopo la guerra, capisco che l'aver sopportato questo periodo di perse-

cuzione è stato per me motivo di grande valore e di grande spinta. Ero sopravvissuto, senza alcun merito personale, avevo un debito da pagare con quelli che erano morti e dovevo vivere anche per loro, cercando di funzionare da strumento di comunicazione, di armonizzazione, di impegno per eliminare l'odio per il diverso, per sollecitare l'amore per la diversità, che è insita nella natura.

E la natura è certamente elogio della diversità, basta pensare al meccanismo di riproduzione di tutte le specie animali, uomo compreso, che concorre a fare una serie di estrazioni delle qualità di ogni persona nuova, quasi come in una lotteria che mescola ed agita insieme tante caratteristiche diverse per generare figli che sono una mescolanza casuale dei caratteri derivanti non solo dai loro genitori, ma anche dai nonni e dai nonni dei nonni.

La tendenza a unirsi fra componenti di razze le più diverse possibili e che aveva ispirato a mio padre la sua lettera al Re, può essere messa in evidenza anche dal famoso detto popolare che consiglia: "moglie e buoi dei paesi tuoi" proprio per opporsi alla tendenza spontanea a fare nuove famiglie mescolando persone le più lontane e diverse possibili. Ed è ben noto che la saggezza popolare tende sempre ad eliminare i comportamenti fuori dell'ordinario cercando di mantenere le cose quanto più possibilmente immobili, mentre la spinta della natura va verso un aumento di entropia, verso nuove soluzioni, verso il cambiamento.

Io ero all'inizio della vita e, in fondo, la persecuzione mi è stata di spinta e di aiuto a progettare un Paolo nuovo, che vivesse una vita intensa anche per quelli che non avevano avuto questa possibilità ed è stato possibile per me effettuare questa nuova costruzione. Ma per le persone più grandi di me la ferita con lo Stato non si è più rimarginata in modo completo. Ricordo mio padre dopo la guerra, la sua desolazione nel verificare che la cattedra di Bologna non era più disponibile per lui anche dopo la guerra, dicevano: "ma cosa vuole questo ebreo, in fondo gli avevano già restituito la cattedra a Perugia, anche se era una cattedra ad personam, che sarebbe scomparsa se lui si fosse mosso da Perugia, che stesse buoni, senza fare tante storie, in fondo gli era andata anche troppo bene, era sopravvissuto. Ricordo anche mio pa-

dre quando tornava demoralizzato dai viaggi fatti a Roma al Ministero della Pubblica Istruzione da cui dipendeva anche l'Università e vi trovava gli stessi funzionari fascisti, assai poco cambiati rispetto a prima. Per noi era spuntato il sole, ma per loro probabilmente no, tutto continuava a girare come al solito senza grandi entusiasmi e preoccupandosi soprattutto delle mogli e dei buoi dei paesi tuoi.

E su queste cose mio padre è morto di infarto nel 1958, a 61 anni, nel costatare che molte delle cose immobili che avevano portato all'orrore della persecuzione dei diversi affioravano anche se non in modo così clamoroso anche nella nostra società del dopoguerra. E magari questa constatazione contribuisce ad affievolire la voglia di vivere che porta con se malattie e alla fine morte.

Ed è certo significativo il fatto che Primo Levi quando gli israeliani nel loro legittimo desiderio di avere una casa comune in Palestina sono poi passati

attraverso anni di dura guerra con la popolazione araba e in certi momenti hanno dichiarato che era necessario uccidere, o noi o loro, scrive una lettera ai governanti ebraici per metterli in guardia sui loro comportamenti e per invocare la pace. Ed è lo stesso Primo Levi, che ha denunciato nel modo più forte possibile l'orrore dello sterminio "scientifico", organizzato per risolvere in modo finale il "problema" degli ebrei da parte dello stato nazista e fascista.

E forse nel suo desiderio di andarsene da questa vita c'era una traccia del ricordo della rottura della fiducia fra il cittadino onesto, fiducioso e responsabile, che segue le leggi ed ha fiducia nello Stato e lo Stato che negli anni dal '38 al '45 ha negato loro il diritto all'esistenza. In quella occasione il mondo intellettuale non fece gesti eroici, non fece nulla. E credo che sia compito di tutti noi che oggi agiamo in questo mondo, in questa cultura, in queste istituzioni fare in modo che tut-

te le persone si sentano oggi a casa, che il sole sia risorto per tutti e che tutti possano riconoscere nei comportamenti dello Stato, che è la risultante finale di tutto il nostro modo di agire e di operare, un qualcosa di affidabile e di certo, che garantisca che non si possa verificare più una rottura di patti come si è verificata allora e come anche oggi riaffiora in molti momenti. In questo senso commemorare oggi Primo Levi diventa un modo per essere noi, classe intellettuale di oggi, impegnata ad assicurare oggi e domani, per tutti i cittadini, il diritto di vivere, il diritto di cercare la felicità.

Paolo Edgardo Todesco

Dipartimento di Chimica organica
'A. Mangini' Viale Risorgimento 4,
40136 Bologna ITALY
phone +39-051-6443615
fax +39-051-6443654
e-mail: todesco@fci.unibo.it

UNIVERSITY CHEMICAL EDUCATION

Un nuovo giornale di didattica della chimica

La Royal Society of Chemistry pubblica da due anni un nuovo giornale dedicato esclusivamente alla didattica della chimica a livello universitario. Esso è rivolto a tutti coloro che sono interessati all'insegnamento e all'apprendimento della chimica all'università, con un particolare riguardo per gli aspetti pratici; infatti la maggior parte degli articoli descrive strategie didattiche o materiali di provata efficacia.

Il giornale è pubblicato due volte all'anno (in marzo e in settembre) in fa-

scicoli di circa 40 pagine. Il costo dell'abbonamento per il 1999 è di £ 6.00 nei paesi europei.

Per l'abbonamento ci si può rivolgere all'*editor* di University Chemical Education:

Dr John Garratt, Department of Chemistry, University of York
York YO10 5DD, Inghilterra
e.mail: cig2@york.ac.uk

Per dare un'idea del contenuto del giornale si riportano autori e titoli di alcuni articoli pubblicati nei primi quattro numeri:

- T.P. Kee and J. Ryder, Developing critical and communication skills in undergraduates through chemistry
- H. Schofield and A.O. McDougall, Introduction to the use of the chemical literature: an innovative library workbook
- J. Garratt, Inducing people to think
- P.C. Yates, Improving students' data analysis skills in the laboratory
- G. Bodner, D. MacIsaacs, S. White, Action Research: overcoming the sports mentality approach to assessment/evaluation

L'ATOMO MATEMATICO

Riassunto

L'evoluzione dei modelli legati alla teoria corpuscolare della materia si presta in modo particolare all'evidenziazione di *filoni di continuità* nel "percorso storico" del pensiero scientifico e, allo stesso tempo, all'evidenziazione di aspetti fondamentali del metodo scientifico. Il presente lavoro è dedicato al filone che propone una descrizione del "mondo microscopico" in termini matematici: un filone ideale le cui radici più antiche appartengono al modello di Platone, mentre la tappa intermedia più significativa è costituita dal modello di Boscovich e il punto di approdo è nella teoria moderna. A un rapido excursus storico su queste tappe si associa qui una serie di riflessioni sugli aspetti metodologici che può essere più significativo presentare ai ragazzi.

Abstract

The evolution of the models related to the corpuscular theories of matter is particularly apt to highlight *continuity streams* in the historical development of scientific thought and, simultaneously, to highlight some fundamental aspects of the scientific method. The current work is concerned with the *stream* proposing a mathematical description of the "microscopic world": an *ideal stream* whose most ancient roots can be traced to Plato's model, while the most significant intermediate step is offered by Boscovich' model and the final outcome is part of the modern model. A quick outline of these historical stages is here accompanied by a set of reflections on the most significant methodological aspects that can be conveniently presented to pupils.

Introduzione

La storia della chimica (come, del resto, quella delle altre scienze) presen-

LILIANA MAMMINO^(*)

ta interessanti *filoni di continuità*, la cui identificazione equivale all'identificazione delle radici antiche dei nostri modelli e dell'evoluzione successiva di queste radici. La loro presentazione agli studenti è atta a favorire la trasmissione di una visione più ampia e completa sia della scienza e del suo metodo di indagine e conoscenza, sia della storia come patrimonio globale, che abbraccia tutti i campi dell'attività umana (quest'ultimo aspetto diviene particolarmente significativo in una prospettiva che dia spazio all'interdisciplinarietà come approccio per superare i confini, tanto più arbitrari quanto più rigidi, fra un campo di studio e l'altro).

Particolarmente convincenti possono rivelarsi quei filoni che evidenziano aspetti basilari del metodo scientifico, e il cui *punto di approdo* fa parte, in qualche modo, dei nostri modelli attuali [1]. Molti aspetti della storia della descrizione del *mondo microscopico* (il mondo delle particelle che costituiscono la materia) rientrano in questa categoria e offrono una chiarezza illustrativa che può ben considerarsi ottimale. La loro presentazione trova una collocazione appropriata all'interno dei corsi di chimica, sia perché l'elaborazione dei modelli che si sono susseguiti si legava fondamentalmente all'esigenza di interpretare i fenomeni di trasformazione delle sostanze (quelli, cioè, che oggi classifichiamo come *fenomeni chimici*), sia per il ruolo centrale che il modello dell'atomo ha nella chimica moderna. Il nostro modello di atomo è un prodotto elegante, tecnicamente e filosoficamente raffinato, della fisica matematica: le soluzioni di un'equazione matematica (l'equazione di Schroedinger) forniscono la descrizione completa del "sistema atomo". Dal punto di vista dell'evoluzione

storica, questo modello può essere interpretato come il punto di approdo del grande filone che ipotizzava le particelle del mondo microscopico come corpuscoli di materia, dotati di massa e di forma, nel quale è a un certo punto confluito, fornendogli strumenti nuovi, il filone che le vedeva come entità matematiche.

Entrambi i filoni si prestano a illustrare caratteri fondamentali del metodo scientifico. Molti aspetti del primo filone sono particolarmente adatti a una illustrazione convincente dell'interazione fra l'osservazione diretta (e/o l'informazione sperimentale) e la riflessione concettuale; uno degli esempi più significativi si associa al ruolo svolto dal concetto di *forma* delle particelle [1].

Nel metodo scientifico che nasce con Galileo, la modellizzazione matematica viene a integrarsi alla riflessione concettuale, fornendole allo stesso tempo linee guida, strumenti e criteri di indagine. L'evidenziazione e l'illustrazione del significato e del ruolo di tale modellizzazione vengono di conseguenza a far parte degli obiettivi didattici dell'educazione scientifica, e la presentazione del *filone matematico* nell'evoluzione storica di una data descrizione può apportare un contributo di rilievo al perseguimento di tale obiettivo. Per quanto riguarda la storia della descrizione del mondo microscopico, l'idea di ricorrere alla matematica per crearne un modello ha radici lontane: le più antiche risalgono a Platone, la tappa intermedia più di rilievo è costituita dal modello di Boscovich. La presentazione, sia pure a grandi linee, di questi due modelli, dei loro aspetti principali e del ruolo che hanno svolto, può essere sufficiente a delineare il filone che potremmo giustamente chiamare dell'*atomo matematico*, fino a farlo confluire nel modello moderno.

Il modello di Platone

Platone respinge la teoria di Democrito, e quindi l'idea di particelle di materia indivisibili. Ciò, però, non gli impedisce di proporre un suo mo-

dello di quello che oggi chiameremmo il *mondo microscopico*: e si tratta di un modello costruito in termini puramente matematici.

Nell'antica Grecia, la parte più evoluta della matematica era la geometria, e Platone utilizza due figure geometriche come fondamento del mondo microscopico: il triangolo rettangolo isoscele e il triangolo rettangolo che è metà di un triangolo equilatero; il primo è il costituente del cubo, l'unità geometrica dell'elemento terra, il secondo è il costituente del tetraedro, dell'ottaedro e dell'icosaedro, rispettivamente unità geometriche degli elementi fuoco, aria e acqua [2]. Dal loro gioco nascono le sostanze, o si trasformano l'una nell'altra dando origine ai processi che possiamo constatare nel mondo intorno a noi.

Una rilettura in chiave *chimica* del Timeo è ovviamente impraticabile nell'ambito di un corso scolastico; ma l'informazione sull'esistenza del modello, e sui suoi aspetti più di rilievo, è importante per evidenziare l'inizio del *filone matematico* nella descrizione del mondo microscopico. Un aspetto particolarmente interessante dal punto di vista *chimico* è quello che potremmo correttamente chiamare il *bilanciamento dei triangoli* nelle equazioni con cui si potrebbero rappresentare le ipotizzate trasformazioni di un elemento in un altro [3]. Questo aspetto si presta bene a sottolineare uno dei ruoli della matematica nelle scienze, quello di suggerire linee-guida alla riflessione, fino a derivare conclusioni che trovano riscontro nella realtà fisica. In effetti, la *conservazione del numero di triangoli elementari* è l'analogo matematico-formale della *conservazione del numero di atomi*, che fa parte di tutti i modelli atomistici di tipo *fisico* fin dal loro primo apparire, con Leucippo e Democrito.

Il modello di Boscovich

Il *filone matematico* per la descrizione del mondo microscopico riaffiora nel XVIII secolo e trova sostenitori fra vari studiosi. Lo stesso Kant nella sua *Monadologia Physica* (1756) auspica un modello matematico della materia che contempra forze fra punti disposti nello spazio secondo situazioni di equilibrio. Il modello più significativo, e più formalmente coerente e completo, è quello proposto da Boscovich nel 1758, in un'opera il cui titolo propone un obiettivo che la fi-

sica moderna sta ancora cercando di raggiungere: *Philosophiae Naturalis Theoria Redacta ad Unicam Legem Virium in Natura Existentibus*, cioè "Teoria della filosofia naturale ricondotta a un'unica legge delle forze esistenti in natura". Può essere interessante presentarne gli aspetti fondamentali, a prescindere, ovviamente, dai dettagli del discorso matematico, che, anche semplicemente nella loro rappresentazione grafica, risulterebbero piuttosto complessi per i ragazzi e farebbero comunque parte di un approfondimento che andrebbe oltre lo scopo di un excursus storico su un dato filone. L'informazione più significativa ai fini didattici associati alla presentazione del filone è proprio quella della comparsa di un modello matematico coerente del mondo microscopico già nel 1758. A seconda del livello di approfondimento possibile nella data classe/scuola, si possono poi fornire alcune informazioni di base sulle ipotesi fondamentali del modello stesso, scegliendole fra quelle che meglio si integrano con l'impostazione scelta per la trattazione dei modelli moderni sulla struttura dell'atomo e sulla formazione delle molecole. Siccome il modello non è molto conosciuto (eccetto che fra chi si occupa specificamente di storia della chimica), se ne richiama-

no qui i punti fondamentali.

Secondo Boscovich, la materia è costituita da *punti fisici* analoghi ai punti matematici, tutti uguali fra loro e privi di caratteristiche quali la massa, l'estensione e la forma. Questi punti sono in moto continuo, per cui la loro disposizione reciproca cambia continuamente. Le varie disposizioni spaziali dei punti danno origine al mondo e alle cose che ne fanno parte. Lo spazio è definito dalle relazioni fra le posizioni dei punti e il tempo si origina dal continuo mutare di queste disposizioni.

I punti interagiscono l'uno con l'altro. L'analisi delle interazioni fra i punti costituisce un aspetto estremamente significativo del modello. Boscovich le studia a partire dal caso più semplice (interazione fra due punti) e passando successivamente a quelli più complicati (interazioni fra tre, quattro, etc. punti). Il grafico da lui proposto per le interazioni fra due punti al variare della loro distanza reciproca (fig. 1) contiene, nella regione corrispondente a distanze relativamente brevi e brevi, due aspetti familiari ai chimici di oggi dalla curva di potenziale delle molecole biatomiche: la presenza di un minimo nella curva, corrispondente a un massimo della forza di attrazione fra i due punti, e l'aumento rapidissimo della repulsione per distan-

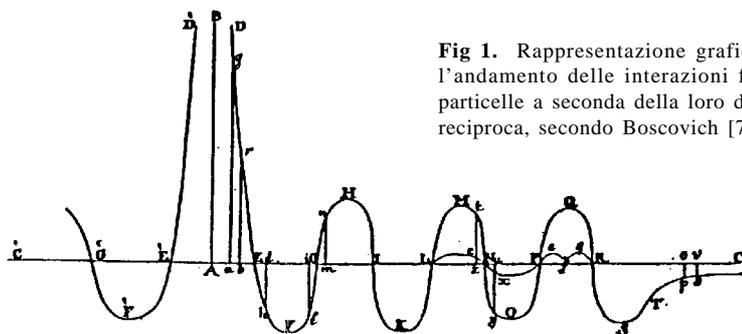


Fig 1. Rappresentazione grafica dell'andamento delle interazioni fra due particelle a seconda della loro distanza reciproca, secondo Boscovich [7]

Può essere interessante rileggere la formulazione con cui Boscovich spiega la prima parte dell'andamento, quella che si avvicina alla curva di potenziale delle molecole biatomiche. La parte qui citata spiega che la repulsione, quando le distanze divengono estremamente piccole, aumenta così enormemente da non poter essere superata da altri fattori, ad esempio, dalla velocità con cui le due particelle dovrebbero scontrarsi. Questa repulsione impedisce ai due punti/particelle di trovarsi l'uno nella posizione dell'altro e quindi alla materia di collassare. Per distanze un po' maggiori, la repulsione si attenua fino ad annullarsi e ad essere poi sostituita da un'interazione di attrazione che raggiunge un valore assoluto massimo (un minimo nella curva) e poi prende a diminuire. "Ora la legge delle forze è di questo tipo; le forze sono repulsive a distanze piccolissime e diventano indefinitamente sempre più grandi man mano che le distanze si riducono indefinitamente in modo tale di essere capaci di annullare qualunque velocità, non importa quanto grande, con la quale un punto può avvicinarsi a un altro prima che la distanza fra loro svanisca. Quando invece la distanza tra loro viene aumentata, la forza si cambia in attrattiva: questa dapprima cresce, quindi diminuisce, svanisce,..." Nel modello di Boscovich (e, quindi, nel resto del grafico), intervalli in cui prevale la forza attrattiva si alternano a intervalli in cui prevale la forza repulsiva (nel nostro modello, questo non succede: ma fra il modello di Boscovich e il nostro si interpongono la scoperta della natura elettrica delle particelle che costituiscono la materia, la costruzione di un modello di atomo che tiene conto di questa natura e la messa a punto di procedimenti di calcolo che permettono di valutare l'entità dell'interazione per ogni valore della distanza di separazione fra i due nuclei).

ze molto brevi, il che, nel modello di Boscovich, impedisce al secondo punto di venirsi a trovare nel posto occupato dal primo, e alla materia di crollare. Si può far notare che, quando Boscovich formulò queste ipotesi, ancora non si conosceva la natura elettrica delle particelle che costituiscono la materia (nella moderna curva di potenziale di una molecola biatomica, il rapido aumento della repulsione corrisponde al prevalere della repulsione elettrostatica fra i nuclei dei due atomi, per distanze molto brevi). Questa osservazione, a sua volta, può offrire spunto alla riflessione sugli aspetti di generalità delle descrizioni associate a modelli matematici e sul ruolo guida della matematica nell'indagine finalizzata alla creazione di modelli.

Verso il modello moderno

La fine del XVIII secolo vede una crisi del modello atomistico in generale, legata alla difficoltà di dare un fondamento sperimentale o, come minimo, dimostrabile, alle ipotesi sulla *forma* delle particelle¹ delle varie sostanze. La forma delle particelle (spesso indicata col termine "figura" per sottolineare il significato fisico del termine ed evitare confusioni col concetto scolastico di "forma") era ritenuta la principale responsabile del comportamento delle sostanze, ma le ipotesi su di essa si basavano su una estrapolazione al livello microscopico delle interpretazioni meccanicistiche che sembravano plausibili in base al comportamento macroscopico delle sostanze stesse. Un esempio molto chiaro di tale approccio è fornito dal modello² di acidi e basi proposto da Hartsoeker (1706): gli acidi, essendo

pungenti e corrosivi, sono costituiti da particelle sottilissime e appuntite come aghi, le basi da microscopici cilindri percorsi da una cavità longitudinale lungo l'asse, e la neutralizzazione avviene quando le particelle aghiformi di acido trovano alloggio nelle cavità delle particelle di base [4]. Quando, con l'estensione del metodo scientifico di matrice galileiana, la validità di estrapolazioni e ipotesi di questo tipo diviene dubbia, vengono di fatto a mancare i criteri per l'interpretazione microscopica dei fenomeni osservati a livello macroscopico, e ciò finisce col rendere incerto l'intero modello corpuscolare. Alcuni studiosi, però, (ad esempio, Buffon) esprimono la speranza che una matematica più avanzata potrà, un domani, fornire nuovi fondamenti, scientificamente validi, e permettere di conoscere la forma delle particelle e di poter così capire le ragioni e i meccanismi del comportamento chimico della materia[1]. E' probabile che proprio l'esistenza di modelli matematici del mondo microscopico, come quello di Boscovich, abbia suggerito l'idea che la matematica potesse fornire una chiave per la soluzione del problema.

Gli esempi successivi divengono significativi negli ultimi decenni del XIX secolo, e si associano al graduale incorporamento della modellizzazione matematica nella descrizione del mondo microscopico. Il raffinamento delle tecniche sperimentali rendeva sempre più possibile la messa a punto di esperimenti che fornivano informazioni sul mondo degli atomi: queste informazioni venivano organizzate in un discorso matematico che, a sua volta, doveva essere riconfermato

dagli esperimenti. Questa è la parte della storia della teoria atomica che viene abitualmente presentata nei testi di chimica, e si presta egregiamente a illustrare il ruolo della modellistica matematica, la sua funzione nell'ambito della più generale riflessione concettuale, e l'interazione e interdipendenza della riflessione e della modellistica con le informazioni sperimentali. Un esempio significativo del ruolo determinante dell'informazione sperimentale è fornito dalla vicenda del modello atomico di Thomson (1904), che prevedeva una struttura omogenea per l'atomo: una sfera in cui massa e carica positiva sono distribuite in modo omogeneo per tutto il suo volume e gli elettroni sono inseriti in essa come cariche negative puntiformi con una distribuzione spaziale uniforme. Il modello era coerente e corretto dal punto di vista matematico, ma dovette essere scartato a seguito dell'evidenza fornita da un esperimento (l'esperienza di Rutherford, 1911). Un esempio significativo della funzione della modellistica matematica è fornito dalla moderna teoria dell'atomo: le soluzioni di un'equazione costruita in base all'analisi dei contributi all'energia totale dell'atomo (l'equazione di Schroedinger) fornisce una descrizione completa dell'atomo stesso: quella descrizione in termini di orbitali, livelli energetici, e configurazioni elettroniche che ci permette un'interpretazione soddisfacente della formazione delle molecole e, in definitiva, del comportamento delle sostanze. Anche se, a livello di scuola secondaria, non è possibile presentare la trattazione matematica di atomi e molecole, è possibile trasmettere l'informazione che la descrizione che ne diamo deriva da modelli matematici al punto che possiamo dire che, per quanto riguarda il mondo microscopico, "la matematica crea i modelli degli oggetti" [5].

Discussione e conclusioni

La discussione precedente ha evidenziato come la presentazione del filone dell'*atomo matematico* e della sua immissione nel grande filone della descrizione del mondo microscopico possa anche divenire parte integrante di un discorso generale, diretto o indiretto, sull'interazione fra il livello sperimentale e quello della riflessione concettuale, e sul ruolo, in quest'ultimo, della modellizzazione mate-

1. Ancora la distinzione fra "atomo" e "molecola" non era sempre chiara e, nell'ambito di modelli corpuscolari della materia, le "particelle" di una sostanza potevano corrispondere a ciò che noi chiamiamo "atomi" o a ciò che noi chiamiamo "molecole", a seconda dei casi.

2. Il termine "modello" può sembrare eccessivo in riferimento a ipotesi come quella di Hartsoeker. Conviene, però, considerarle in una prospettiva storica di ampio respiro. Erano, quelli, modelli fatti con gli strumenti e le conoscenze di quei tempi, e all'interno di un'interpretazione puramente meccanicistica estrapolata oltre l'estrapolabile, ma erano pur sempre modelli: gli unici possibili nel dato momento storico. Una rilettura delle giustificazioni proposte (a quei tempi) da coloro che avanzavano ipotesi di questo tipo evidenzia una riflessione approfondita, pur secondo le linee che le conoscenze e i modelli generali di allora (ad esempio, quello di Cartesio) potevano permettere. Questa parte degli albori della storia della chimica è a volte trascurata, o affrettatamente relegata nell'ambito dell'immaginazione, forse sull'onda di tendenze storiche dominanti in alcuni altri paesi. In effetti, meriterebbe un'attenzione più approfondita, che vada oltre l'ovvia ingenuità di certe immagini e ne cerchi le radici. Si può inoltre ricordare che l'idea fondamentale, quella cioè che sia la "forma" delle particelle a determinare il loro comportamento, ha una validità che (*mutatis mutandis*) trova un riscontro autorevole nella moderna modellistica molecolare, dove il termine "forma" è sostituito da "geometria", e le informazioni e rappresentazioni di quest'ultima vengono generate dalla matematica.

matica, il tutto nell'ambito complessivo del metodo scientifico. Agli aspetti metodologici specifici già considerati negli altri paragrafi si possono aggiungere alcuni riflessioni di natura più generale, ma sempre concernenti la didattica delle scienze e della chimica in particolare.

E' noto che gli studenti non hanno molta familiarità con il ruolo della matematica nelle scienze fisiche (strumento di descrizione [6], ma anche guida nello sviluppo logico del pensiero, fino a conclusioni comunque rigorose). Evidenziare la presenza e gli effetti di tale ruolo nella storia, e la loro importanza nella scienza moderna, può contribuire ad accrescere questa familiarità o, come minimo, a trasmettere una percezione più completa del suo significato. Come si è detto all'inizio, particolarmente convenienti allo scopo di evidenziare aspetti metodologici si rivelano quei filoni storici che confluiscono in qualche modo nei modelli moderni, perché allora la continuità viene ad assumere tutto il rilievo che si associa al non essere qualcosa che si è com-

piuto e concluso prima della nostra epoca. Il filone dell'*atomo matematico* risponde appieno a queste caratteristiche.

In una prospettiva di interdisciplinarietà, il discorso storico può in generale fornire una chiave di lettura particolarmente atta ad associare discipline diverse. Un filone come quello dell'*atomo matematico* fornisce un ambito in cui possono facilmente confluire la chimica, la fisica, la matematica e la filosofia (il tema del metodo scientifico fa comunque parte della filosofia e le teorie di Platone sono tradizionalmente presentate in filosofia). La chimica, come scienza a cui più specificamente appartiene il problema della struttura dell'atomo, soprattutto in relazione al comportamento delle sostanze, si può opportunamente porre in questo contesto come "area centrale" del discorso interdisciplinare.

In conclusione si può dire che quello che qui è stato chiamato il *filone dell'atomo matematico* può prestarsi a diversi livelli e diversa ampiezza di presentazione: una semplice trasmissio-

ne delle informazioni storiche, come parte della storia della chimica; un'occasione per discutere e/o approfondire aspetti fondamentali del metodo scientifico; un'occasione per l'esplorazione di "aree di intersezione" con altre materie, in una prospettiva più generale di discorso interdisciplinare.

Riferimenti bibliografici

- [1] Mammino L., "La forma delle particelle nella storia della chimica", *Didattica delle Scienze*, 192, 57-58, 1997
- [2] Platone, *Timeo*.
- [3] Mammino L., "Il bilanciamento delle equazioni chimiche: un concetto che viene da lontano". Comparirà su *Nuova Secondaria*.
- [4] Partington J. B., *A History of Chemistry*, MacMillan, Londra, 1961 64, vol. II
- [5] Mammino L., *Chimica Viva*, G. D'Anna, Firenze, 1994, pg 123.
- [6] Mammino L., La matematica come strumento di descrizione, *Nuova Secondaria* 10, 94-96, 1997.
- [7] Paoli G., *Ruggiero Giuseppe Boscovich nella scienza e nella storia del 700*. Accademia dei XL, Roma 1988, pg 464.

SOSTANZE, MISCELE, REAZIONI: un'indagine sulle concezioni delle matricole di chimica

Riassunto

Vengono presentati i risultati ottenuti con un questionario riguardante alcuni concetti base della chimica (sostanza semplice e composta, miscela omogenea ed eterogenea, reazione) che è stato sottoposto alle matricole di Chimica e di Chimica Industriale delle Università di Modena e di Torino all'inizio dell'anno accademico 1997/98. Le risposte e le loro motivazioni hanno rivelato in molti casi la presenza di idee confuse o completamente errate, a livello sia di definizione che di applicazione, su uno o più dei precedenti concetti. Vengono discusse le implicazioni di questo stato di cose per quanto riguarda l'insegnamento universitario della chimica, e vengono formulate alcune raccomandazioni relative all'insegnamento secondario.

Abstract

A questionnaire concerning some basic chemical concepts (simple and compound substance, homogeneous and heterogeneous mixture, reaction) was submitted to the students beginning their first year for the laurea degree in Chemistry or Industrial Chemistry in the Universities of Turin and Modena. In many cases the answers and their justifications revealed the presence of muddled or entirely wrong ideas about one or more of the above concepts, both at the definition and the application level. The implications of this state of affairs for the teaching of chemistry in the university are discussed and some advice is expressed concerning the teaching at the secondary level.

PAOLO MIRONE (*)
EZIO ROLETTO (#)

Introduzione

L'accesso ai corsi universitari che portano al diploma ed alla laurea in chimica non è subordinato né ad una specifica preparazione nel corso degli studi secondari né al superamento di un test di ammissione. Tale test dovrebbe servire per valutare se gli studenti possiedono un "sapere chimico di base" al quale i responsabili degli insegnamenti del primo semestre possano fare riferimento per impostare i propri corsi. Sembra però che anche nei casi in cui i test di ammissione esistono, questi non siano in grado di "filtrare" l'accesso ai corsi in modo tale da garantire che gli studenti ammessi padroneggino effettivamente ed allo stesso modo il sapere di base. Infatti gli studenti si preparano per superare lo sbarramento costituito dai test, ricorrendo a pubblicazioni concepite espressamente a questo scopo. Si tratta di uno studio mnemonico e proposizionale, fatto di termini e di frasi ma non di concetti e modelli: termini e frasi che non costituiscono un sapere operativo sul quale fondare l'appropriazione di ulteriori conoscenze. Quanto viene memorizzato per superare i test è destinato ad essere rapidamente dimenticato in quanto appartiene alla categoria dei prodotti "usa e getta": non si tratta infatti di strumenti per "leggere" il mondo alla luce di principi generali che gli danno senso, ma di parole per dare l'impressione di possedere tali strumenti. Si deve anche tenere presente che, per superare un test, non si deve conoscere a fondo tutto ciò che è oggetto di domande. Inoltre non è detto che in un test si

possano affrontare tutti i concetti la cui padronanza è ritenuta indispensabile per seguire con profitto i corsi iniziali all'università. Infine non si può escludere che, per le domande a scelta multipla, qualche risposta accettabile sia dovuta più al caso che al patrimonio di conoscenze dello studente. Neanche il ricorso a tali test permetterebbe, con ogni probabilità, di garantire che gli studenti ammessi padroneggino tutti lo stesso sapere chimico di base: i docenti dei primi corsi universitari si troverebbero comunque di fronte ad una certa "ignoranza chimica" della quale dovrebbero tenere conto, e soprattutto preoccuparsi di fare emergere, nella fase di avvio dell'insegnamento.

Se là dove esistono i test di ammissione è ben difficile che un docente si trovi ad insegnare a studenti omogenei dal punto di vista del sapere che padroneggiano, è facile immaginare quale sia la situazione nei corsi di laurea in chimica, dove tali test non esistono, ed ai quali possono iscriversi soggetti che hanno studiato chimica per alcuni anni (periti chimici) e altri che la chimica l'hanno a mala pena intravista nel corso di un anno. I docenti non sono all'oscuro di ciò e sanno anche che, con rare eccezioni, possono fare ben poco affidamento su quanto gli studenti dovrebbero aver acquisito nella scuola secondaria. Tale consapevolezza della scarsa preparazione delle matricole fa sì che l'insegnamento universitario cominci ad un livello alquanto "basso", vale a dire "quasi" dalle conoscenze di base. Il "quasi" sta ad indicare che un certo patrimonio di conoscenze di base viene dato comunque per scontato. Si tratta di concetti fondamentali quali solido, liquido e gas; sostanza semplice e composta; miscela omogenea ed eterogenea; trasformazione fisica e trasformazione chimica; il mo-

dello particellare della materia, ecc. Spesso i docenti sono consci del fatto che i loro allievi non padroneggiano questo sapere minimo, ma non ritengono opportuno affrontarlo all'inizio dei loro corsi. Da una parte, sono forse convinti che gli studenti effettivamente interessati alla disciplina potranno impadronirsene rapidamente; dall'altra, vi sono oggettive esigenze di tempo, rese ancora più impellenti dall'organizzazione in semestri, che quasi impongono di non "perdere tempo" a spiegare argomenti ritenuti elementari. C'è però da chiedersi se la scelta di fissare arbitrariamente il livello soglia e di procedere a partire da questo, a prescindere dalla situazione effettiva, non sia, in effetti, una "falsa economia".

Le riflessioni di numerosi psicologi che hanno affrontato i problemi dell'apprendimento, nonché le ricerche condotte nell'ambito della didattica delle discipline scientifiche sperimentali, hanno mostrato che si ha realmente apprendimento soltanto quando questo è "significativo". Uno studente che padroneggia solide conoscenze di base dispone di qualcosa con cui e su cui costruire nuovo sapere. Per contro, uno studente che non è in grado di collegare le nuove conoscenze ad un sapere che già padroneggia avrà difficoltà a comprendere anche le spiegazioni più accurate. L'apprendimento non consiste nell'assimilare informazioni, ma nel costruire reticoli mentali mediante i quali "leggere", "interpretare", "spiegare" e "prevedere" i fenomeni, siano essi naturali o provocati in laboratorio. Tale costruzione è un'opera incessante di modifica e ristrutturazione degli schemi mentali, dei modi di ragionare a partire da quelli di senso comune sino a quelli più sofisticati della ricerca scientifica. Quindi l'acquisizione dei concetti scientifici di base è essenziale se si vogliono comprendere concetti più avanzati. In altre parole, i concetti di base, quelli ritenuti banali da chi già padroneggia una disciplina, devono essere metabolizzati dagli studenti che li devono integrare nei propri schemi mentali per poterli usare come fondamento per un apprendimento più avanzato.

La mancata padronanza delle conoscenze di base, ritenute ovvie da un docente universitario, può dunque costituire un ostacolo notevole all'acquisizione di un sapere specialistico. Ma un ostacolo ancor più diffi-

cile da superare è costituito da quelle che i ricercatori in didattica chiamano *misconceptions* o *alternative frameworks* (anglosassoni); *représentations* o *conceptions* (francofoni); *concezioni difformi* in italiano. Si tratta di idee, concetti, punti di vista, modi di ragionare che sono in conflitto con il sapere scientifico socialmente condiviso e la cui origine è da ricercare, di norma, in un intreccio micidiale di sapere comune e conoscenze scientifiche male intese e peggio interpretate. Ciò è ampiamente mostrato da innumerevoli ricerche, condotte a tutti i livelli di scolarità ivi compreso quello universitario. Tali ricerche hanno avuto inizio intorno al 1970 con l'affermarsi dell'approccio "costruttivista" nell'ambito delle problematiche relative all'acquisizione dei saperi scientifici. Esse hanno messo in evidenza che gli schemi mentali alternativi a quelli scientifici, di natura insieme persona-

comprende facilmente che si tratta di un processo a cascata che, una volta innescato, può portare a risultati disastrosi. Si verifica infatti, che, di fronte ad alcuni problemi, lo studente dia risposte soddisfacenti, ma usando modi di ragionare non accettabili e, in altri contesti, arrivi a conclusioni aberranti ricorrendo a modi di ragionare accettabili.

Il non padroneggiare le conoscenze di base può dunque costituire un vero e proprio impedimento ad apprendere concetti avanzati; l'esistenza di concezioni difformi può portare ad apprendere in modo difforme nuovi saperi. Di conseguenza, il dedicare un po' di tempo a rivisitare i concetti fondamentali della chimica, a esplorare le idee che a loro proposito hanno elaborato le matricole di chimica ed a mettere in crisi le concezioni difformi identificate può, per un verso, rendere meno difficile e traumatico l'ac-

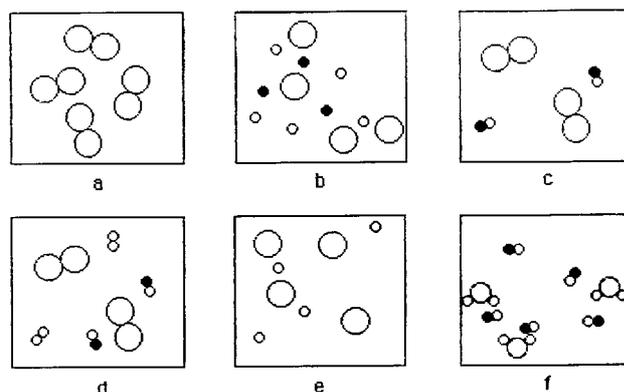


Figura 1

le e sociale, sono resistenti al cambiamento. Quando uno studente affronta nuovi argomenti, lo fa utilizzando le concezioni di cui dispone come strumenti interpretativi. In questo modo è molto probabile che, da una parte, pervenga a rinforzare le concezioni alternative di cui dispone in quanto ne amplia l'area di applicazione e, dall'altra, estenda i propri schemi mentali includendovi le nuove conoscenze. Purtroppo si tratta di un sapere distorto in quanto elaborato con l'ausilio di concezioni difformi preesistenti. Si

cesso ai corsi di laurea e di diploma in chimica; per un altro verso, può costituire un risparmio di tempo e di sforzi per lo studente che sarà in grado di seguire con profitto le lezioni, cogliendo il senso di quanto il docente espone.

Guidati dalle precedenti considerazioni, abbiamo cercato di far emergere le idee degli studenti che iniziano gli studi universitari di chimica a riguardo di alcuni concetti fondamentali, con l'intenzione di richiamare su di esse l'attenzione dei docenti di chi-

Tab.1 Risultato del quesito I

	a	b	c	d	e	f
SS	63,5	2,2			11,7	
SC	19,0	2,2	17,5	12,4	6,6	13,1
MSS		47,4	2,2	1,5	43,1	0,7
MSC		0,7	39,4	39,4		51,8
MSSC			9,5	10,2		
RP	15,3	44,5	29,9	34,3	36,5	32,1

SS: sostanza semplice; SC: sostanza composta; MSS: miscela di sostanze semplici; MSC: miscela di sostanze composte; MSSC: miscela di sostane semplici e composte; RP: risposte parziali (miscela, miscela di sostanze, miscela semplice, miscela composta)

mica, sia universitari che secondari, affinché ne tengano conto ciascuno per la parte di propria competenza. Lo strumento usato è stato un questionario contenente quesiti di vario tipo. Per quelli a scelta multipla lo studente doveva giustificare brevemente la sua risposta. Il questionario è stato sottoposto agli studenti del primo anno per le lauree in Chimica e in Chimica Industriale delle Università di Modena e di Torino all'inizio dell'anno accademico 1997/1998. Il numero degli studenti che hanno sostenuto la prova è stato di 137 (63 a Modena e 74 a Torino).

Sostanze semplici e composte

Il concetto di sostanza sta al centro della chimica, in quanto entra nella definizione della reazione come processo in cui certe sostanze scompaiono mentre altre si formano [1]. Nonostante ciò, da un'indagine di alcuni anni fa [2] è risultato che 14 dei 25 testi di chimica maggiormente diffusi nelle scuole secondarie italiane non si preoccupava di dare una definizione del concetto di sostanza chimica. Inoltre le ricerche di didattica chimica su questo tema sono relativamente poco numerose [3-4], anche se, come è stato osservato recentemente da Ahtee e Varjola, "la maggior parte degli studenti [della scuola secondaria e del primo anno di università] aveva delle difficoltà con il termine sostanza"[5].

Il primo quesito del nostro questionario presentava i sei schemi di Fig. 1 e chiedeva di indicare quali rappresentavano singole sostanze e quali miscele di sostanze, e inoltre di specificare se si trattava di sostanze semplici o composte. La Tab. 1 mostra la distribuzione percentuale delle risposte (le somme sono inferiori a 100 perché alcuni studenti non hanno risposto). Molte risposte sono state soltanto parziali (miscela, miscela di sostanze, miscela semplice (?), miscela composta); con l'eccezione dello schema a, il loro numero varia fra il 30 e il 45%. Ma il risultato più sorprendente è stato fornito dagli schemi a, c, d: per il 19% degli studenti il primo rappresenta una sostanza composta, e per il 39% gli altri due rappresentano miscele di sostanze composte (le risposte corrette a questi due schemi sono state appena il 10%).

118 Sembra evidente che nelle menti di questi studenti il termine "sostanza composta" abbia subito uno

slittamento dal livello macroscopico della chimica (sostanza formata da differenti elementi) al livello microscopico (molecola composta da più atomi, anche identici). È possibile che questo slittamento di significato sia favorito dal fatto che in italiano lo stesso termine (composto) ha il valore sia di sostantivo, sia di participio passato del verbo comporre. Sarebbe interessante verificare se tale slittamento avviene con la stessa facilità anche in studenti che parlano lingue, come francese e spagnolo, che presentano la stessa duplicità di significato del corrispondente termine (*composé, compuesto*), e non avviene, o avviene più difficilmente, in studenti che parlano lingue in cui esistono due termini distinti per i due significati, come l'inglese (*compound, composed*) e il tedesco (*Verbindung, zusammengesetzt*).

Un ulteriore quesito mirava a saggiare la comprensione del concetto di sostanza:

II *Quale delle seguenti affermazioni è corretta?*

A. *Una sostanza si dice pura quando è formata da un solo tipo di elemento.*

B. *Una sostanza si dice pura quando è formata da un solo tipo di atomo.*

C. *Una sostanza semplice è formata da un solo tipo di atomo.*

D. *Una sostanza composta è formata da due o più elementi.*

E. *Nessuna delle affermazioni precedenti è corretta.*

Tab. 2: Risultati % del quesito II

	Modena	Torino
A	8,8	5,4
B	4,4	1,4
C	12,4	13,5
D	32,1	31,1
E	6,6	9,5
RM	18,2	24,3
NR	17,4	14,9

Soltanto il 32% degli studenti ha risposto correttamente scegliendo la risposta D (Tab. 2). Il 18% non ha risposto affatto e la risposta errata più frequente è stata la C (12%). Inoltre il 18% degli studenti ha scelto due o tre risposte (il questionario non escludeva esplicitamente questa possibilità), che in tutti i casi meno due includevano la D. Gli studenti che hanno giustificato le loro risposte a questa domanda sono stati una minoranza, ma le loro giustificazioni confermano pienamente la nostra in-

terpretazione dei risultati del precedente quesito:

O₂ è già un composto;

D è falsa perché esistono composti omonucleari (O₂, S₈, P₄);

C non va bene, perché O₂ è un composto dell'ossigeno;

D è sbagliata, perché S₈ è una sostanza composta, cioè una molecola formata da un solo elemento.

Gli autori delle prime due citazioni avevano scelto la risposta C, probabilmente perché per loro le sostanze semplici sono soltanto quelle che esistono in forma monoatomica (cfr. la discussione dei risultati del primo quesito). L'ultima citazione, che tratta come sinonimi un termine proprio del livello macroscopico (sostanza) e uno proprio del livello submicroscopico (molecola), sembra indicare che la distinzione tra i due livelli della chimica non è neppure avvertita. Infine è degno di nota che in un solo caso il testo delle risposte B e C abbia suscitato un riferimento all'esistenza degli isotopi (*B non va bene perché esistono isotopi*).

Miscele omogenee ed eterogenee

Il terzo quesito riguardava i concetti di omogeneità ed eterogeneità fisica:

III *Quale, tra le seguenti, non è una miscela omogenea?*

A. *Acqua di fonte*

B. *Sabbia*

C. *Bronzo*

D. *Benzina*

E. *Aria*

F. *Acqua di mare*

Tab. 3: Risultati % del quesito III

	Modena	Torino
A	1,5	2,7
B	49,6	40,5
C	0,7	1,4
D	2,9	2,7
E	3,6	2,7
F	7,3	5,4
RM	22,6	27,0
NR	11,7	21,6

In questo caso le risposte corrette hanno raggiunto globalmente il 50% (Tab. 3); la differenza di 20 punti percentuali tra il risultato di Modena e quello di Torino è probabilmente dovuta alla maggior presenza di periti chimici fra le matricole di Modena (25% contro l'8% di Torino). Anche qui sono stati numerosi quelli che non hanno risposto affatto (12%) e soprattutto quelli che hanno scelto due, tre e perfino quattro risposte (23%). Nel 71% dei casi le risposte multiple comprendevano la F, che è

stata anche la scelta errata più frequente (7%) fra le risposte singole. Le giustificazioni più comuni per la risposta B sono state del tipo: *Il materiale presenta caratteristiche fisiche diverse in punti diversi; I componenti sono distinguibili a occhio nudo; Si distinguono particelle di diversa natura; I componenti sono separabili con mezzi meccanici* (alcuni dicono *con mezzi fisici*, confondendo evidentemente i due termini e cadendo in un errore piuttosto comune, non solo fra gli studenti ma anche fra i libri di testo; in realtà i componenti di miscele eterogenee si possono separare con mezzi meccanici [filtrazione, sedimentazione, centrifugazione...], mentre i componenti di miscele omogenee possono essere separati solo con altri mezzi fisici [distillazione, cristallizzazione...]). Non sono mancate giustificazioni alquanto bizzarre, come ad esempio: *In una miscela omogenea i componenti sono identificabili solo al microscopio; E' un solido e quindi non è possibile un processo di diffusione.* Fra le motivazioni per la risposta F prevalgono quelle che fanno riferimento alla presenza del sale, fatto ben noto ai frequentatori delle spiagge marine che se lo ritrovano sulla pelle dopo che l'acqua è evaporata; ma questo dimostra solo l'eterogeneità chimica, non quella fisica, dell'acqua di mare. Anche in questo caso non mancano le giustificazioni bizzarre, ma almeno coerenti con la pretesa eterogeneità: *E' possibile vedere le due fasi; La densità dei sali è diversa da zona a zona; Se si lascia decantare, sul fondo sali minerali* (sic).

Reazioni chimiche

Tre quesiti riguardavano le reazioni chimiche. Il primo mirava ad accertare la conoscenza della definizione del concetto di reazione:

IV Una reazione chimica è sempre accompagnata da:

- A. Una variazione di colore
 - B. La formazione di una o più nuove sostanze
 - C. Un cambiamento della massa totale
 - D. Un cambiamento dello stato di aggregazione
- Che cosa cambia e che cosa non cambia in una reazione chimica?

Tab. 4: Risultati % del quesito IV

	Modena	Torino
A	1,5	1,4

B	69,3	81,0	59,5
C	0,7		1,4
D	10,9	9,5	12,2
RM	16,1	7,9	23,0
NR	1,5		2,7

Oltre due terzi degli studenti hanno scelto la risposta giusta (Tab. 4), con un risultato nettamente migliore a Modena che a Torino dovuto con tutta probabilità alla già citata maggior presenza di periti chimici fra gli studenti modenesi. La risposta errata più frequente è stata la D, secondo la quale le reazioni chimiche sono caratterizzate da un cambiamento dello stato di aggregazione. Due fattori possono aver contribuito a questa idea: il primo è il fatto che fra le combustioni, cioè le reazioni di più comune esperienza, molte portano da combustibili liquidi o solidi a prodotti gassosi; il secondo è l'idea piuttosto diffusa (come mostreranno i risultati del quesito successivo) che lo scioglimento di un solido in un liquido sia sempre da considerarsi una reazione chimica. Infine un buon numero di studenti ha dato risposte multiple, con netta prevalenza della combinazione B+D come era prevedibile in base al tenore delle risposte singole.

L'ultima parte del quesito chiedeva di indicare che cosa cambia e che cosa non cambia in una reazione chimica. Fra ciò che non cambia ben 89 studenti hanno indicato la massa e soltanto 7 gli elementi o gli atomi. Sembra dunque che su questo punto la grande maggioranza degli studenti (e forse anche degli insegnanti) sia rimasta ferma alle idee di Lavoisier, e nonostante il rilievo dato al livello microscopico della chimica negli odierni programmi e libri di testo, stenti a rendersi conto che l'invarianza della massa nelle reazioni chimiche non è altro che il riflesso macroscopico dell'invarianza delle masse dei singoli atomi. Fra ciò che cambia 29 studenti indicano le sostanze o le proprietà fisiche e chimiche dei reagenti, 20 i legami o la struttura, 20 lo stato di aggregazione, 12 il colore.

Il quesito seguente mirava a valutare la capacità di individuare quale fosse una reazione chimica fra quattro diversi processi:

V Quale tra i seguenti fenomeni è una reazione chimica?

- A. Acqua che bolle
- B. Zucchero che si scioglie in acqua
- C. Lampadina che si accende
- D. Fiammifero che brucia

Tab. 5: Risultati % del quesito V

	Modena	Torino
A	2,2	1,7
B	13,1	11,1
C		
D	68,6	74,6
RM	14,6	12,7
NR	1,5	2,7

La risposta giusta (D) è stata scelta da un numero di studenti sensibilmente uguale a quello del quesito precedente, ma la differenza fra il risultato di Modena e quello di Torino si è ridotta da 21 a 11 punti percentuali (Tab. 5). La risposta errata più frequente è stata la B, secondo la quale lo scioglimento dello zucchero in acqua è una reazione chimica. Questa è una tipica concezione difforme, ben nota in letteratura [5,6] e sicuramente favorita dalla scarsa chiarezza o dalla reticenza di molti libri di testo circa i criteri distintivi delle reazioni chimiche [7]. Le risposte multiple sono state piuttosto numerose anche in questo caso, con preferenza per le combinazioni B+D e, in minor misura, A+B+D. Da notare che due risposte multiple contenevano la C, mai scelta come risposta singola.

Il risultato più interessante di questo quesito è fornito dalle giustificazioni. Si possono considerare soddisfacenti soltanto quelle dei 34 studenti (poco più di un terzo di quanti hanno scelto la risposta D) che, in varie forme, esprimono l'idea che da certe sostanze se ne formano altre. Gli altri studenti si preoccupano di specificare il tipo di reazione (per 15 è una combustione, per 5 un'ossidazione o un'ossidazione) oppure i reagenti (per 16 zolfo e ossigeno o aria) o uno dei prodotti (per 4 si forma CO₂). Infine 7 studenti giustificano la loro scelta affermando che la combustione è una trasformazione irreversibile; si tratta di una concezione difforme piuttosto diffusa, anch'essa riportata in letteratura [6], che, se formulata in questi termini, difficilmente può derivare dall'esperienza quotidiana ma è invece indotta da vari libri di testo, alcuni dei quali anche di buon livello. Eppure esistono innumerevoli esempi di processi chimici reversibili (basta pensare allo spostamento di un equilibrio chimico per effetto di una variazione di pressione o di temperatura) e di processi fisici irreversibili (per restare nel campo delle trasformazioni della materia, la solidificazione di un liquido sovrassaturo) [7].

L'ultimo quesito riguardava la corro-

sione del ferro:

VI *Un chiodo di ferro esposto agli agenti atmosferici si è coperto completamente di uno strato aderente di ruggine. Mettendolo sulla bilancia, si troverà che in seguito a ciò il suo peso:*

A. è aumentato

B. è rimasto costante

C. è diminuito

Tab. 6: Risultati % del quesito VI

		Modena	Torino
A	55,5	52,4	58,1
B	19,7	19,0	20,3
C	17,5	19,0	16,2
NR	7,3	9,5	5,4

Gli studenti che hanno risposto correttamente a questo quesito sono stati poco più della metà, con una lieve prevalenza dei torinesi sui modenesi nonostante la maggior presenza di periti chimici fra questi ultimi (Tab. 6). Le altre due risposte hanno raccolto ciascuna quasi un quinto dei suffragi.

Fra quanti hanno scelto la risposta A, la giustificazione largamente prevalente (65 casi) fa riferimento alla formazione di ossido di ferro, pur ricorrendo a varie espressioni (*si è aggiunto il peso dell'ossigeno, l'ossido di ferro è più pesante del ferro...*).

Fra quanti hanno scelto la risposta B, 19 studenti si appellano al principio di conservazione della massa nelle reazioni chimiche, o direttamente (*la massa totale non cambia*), o con espressioni del tipo: *il ferro subisce una reazione (o diventa ruggine) senza cambiare peso*. La giustificazione adottata da questi studenti induce a ritenere che essi applichino la legge della conservazione della massa senza saper identificare il sistema reagente, cioè senza sapere "controllare le variabili" del problema: essi pensano solo al ferro e dimenticano tutto il resto. Non si può escludere che a questo modo di vedere le cose contribuisca in qualche caso il retaggio di un'idea diffusa fra gli allievi della scuola elementare e anche della media, cioè che i gas non abbiano peso. Una minoranza (4 casi) attribuisce la presunta costanza del peso al fatto che la reazione interessa soltanto la superficie, come se la ruggine formasse una pellicola dello spessore di pochi diametri atomici.

Le giustificazioni di coloro che hanno scelto la risposta C, relativamente poco numerose, sono del tipo: *il chiodo ha subito una corrosione; la ruggine alleggerisce il chiodo*. Sembra

che questi studenti considerino "chiodo" soltanto la parte rimasta allo stato metallico, ignorando il fatto che il testo della domanda faceva esplicito riferimento a un'operazione di pesata eseguita sull'intero chiodo arrugginito (*Se lo si colloca sulla bilancia, si troverà che il suo peso...*). Questa interpretazione è avvalorata da esperienze precedenti, da cui era risultato che omettendo il riferimento all'operazione di pesata la percentuale di coloro che sceglievano la risposta C era considerevolmente più alta.

Conclusioni

In conclusione, si può affermare che buona parte degli studenti che escono dalle scuole secondarie italiane non padroneggiano a sufficienza il concetto di sostanza chimica e hanno idee confuse sulle distinzioni fra sostanze semplici e composte, fra miscele omogenee ed eterogenee, fra reazioni chimiche ed altre trasformazioni della materia. Almeno in parte queste difficoltà derivano dal fatto che nelle nostre scuole l'insegnamento della chimica viene impartito in maniera prevalentemente teorica (per non dire libresco), cosa che porta inevitabilmente a privilegiare il livello submicroscopico degli atomi e delle molecole e a mettere in secondo piano il livello dei fenomeni osservabili.

A questo proposito è necessaria una ulteriore osservazione. Raramente gli insegnanti si preoccupano di mettere nel dovuto risalto che fra i due livelli, pur legati da molteplici e strettissime relazioni, esiste una fondamentale distinzione, e da ciò consegue la necessità di non confonderli usando i termini e i concetti propri del livello macroscopico nei discorsi relativi al livello submicroscopico, o viceversa, come avviene spesso con le coppie elemento-atomo, sostanza-molecola, combinazione-legame ecc. Ogni confusione fra i due livelli contribuirà inevitabilmente a rendere più difficile la comprensione delle loro relazioni e a rafforzare gli ostacoli all'apprendimento della chimica anche a livello universitario, come è stato mostrato recentemente da Barlet e Plouin [8]. Più in generale, se è vero che per un apprendimento significativo è necessario che le nuove conoscenze si inseriscano organicamente in una struttura concettuale coerente e non lacunosa già esistente nelle menti degli allievi, si deve riconoscere che

per la chimica ciò potrà verificarsi ben difficilmente quando gli studenti hanno idee confuse su concetti basilari come quelli di sostanza e di reazione e non hanno ben chiara la distinzione fra il livello macroscopico e quello microscopico della disciplina. Questa considerazione ci spinge a rivolgere agli insegnanti di chimica delle scuole secondarie la raccomandazione di spendere tutto il tempo necessario per spiegare questi concetti e per verificarne la comprensione con gli opportuni strumenti, anche a costo di sacrificare qualche parte del programma (scegliendola ovviamente fra quelle destinate ad essere più rapidamente dimenticate).

C'è una ulteriore ragione, di stretta attualità, per rivolgere questa raccomandazione. Nel futuro ordinamento generale degli studi universitari si prevede che il primo titolo di studio - che continuerà a chiamarsi laurea - si consegua in tre anni. Questo avviene già in diversi paesi europei, dove in tre anni si consegue il *bachelor degree* (Inghilterra), la *licence* (Francia), il *Diplom* (Germania). Ma in questi paesi l'ammissione ai corsi per il primo titolo di studio in chimica è di regola subordinata a certe condizioni: per esempio, in Inghilterra è necessario aver seguito negli ultimi due anni di scuola secondaria almeno due insegnamenti scientifici a livello avanzato (*A level*), fra i quali ordinariamente c'è quello di chimica. Ne segue che in quei paesi l'insegnamento universitario della chimica può partire da un livello sensibilmente superiore a quello possibile in Italia. Il ricupero di questo svantaggio iniziale nell'arco di soli tre anni appare piuttosto problematico, e ciò induce a previsioni non ottimistiche sulle possibilità dei nostri futuri laureati di competere con successo con i loro colleghi europei. D'altra parte non è pensabile, almeno per il prossimo futuro, che nel nostro paese sia possibile porre qualche limite alla liberalizzazione degli accessi agli studi universitari in vigore già da trent'anni. Ma almeno si dovrebbe fare in modo che il poco spazio concesso alla chimica nelle nostre scuole secondarie (a parte l'eccezione degli istituti tecnici per periti chimici) sia utilizzato per un insegnamento che si preoccupi più della qualità che della quantità, più della solidità e chiarezza dei concetti basilari che delle ultime novità in campo scientifico, più dei collegamenti con l'esperienza quoti-

diana che delle infarinature teoriche a base di orbitali.

Bibliografia e note

1. M.J. Voegelzang, Development of the concept "chemical substance" - some thoughts and arguments. *Int. J. Sci. Ed.*, 1987, **9**, 519.
2.L. Benedetti, L. Brancaleoni, R. Cervellati, P. Mirone, *Analisi di 25 testi di chimica ampiamente diffusi nelle scuole medie superiori*. Progetto strategico "Tecnologie e innovazioni didattiche" del C.N.R., Modena, 1989, p. 27; R. Cervellati and P. Mirone,

A procedure for the appraisal of chemistry textbooks. *Chemed: Aust. J. Chem. Ed.*, 1993, **38**, 16.

3. E. Roletto e B. Piacenza, Il concetto di sostanza: una indagine sulle concezioni degli studenti universitari. *CnS*, 1993, **5**, 16; Faut-il construire le concept de substance? *Aster*, 1994, **18**, 63.

4. P. Johnson, What is a substance? *Educ. Chem.*, 1996, **33**, 41.

5. M. Ahtee and I. Varjola, Students' understanding of chemical reaction. *Int. J. Sci. Educ.*, 1998, **20**, 305.

6. A.K. Griffiths, A critical analysis and

synthesis of research on students' chemistry misconceptions. In: H.-J. Schmidt (Ed.), *Problem solving and misconceptions in chemistry and physics*, Proc. of the 1994 International Seminar, University of Dortmund, p. 70.

7. P. Mirone, Considerazioni sul concetto di reazione chimica. *CnS*, 1998, **20**, 49.

8. R. Barlet e D. Plouin, La dualité microscopique-macroscopique: un obstacle sous-jacent aux difficultés en chimie dans l'enseignement universitaire. *Aster*, 1997, **25**, 143.

ADDITIVI ALIMENTARI: conoscenze e pregiudizi di studenti delle scuole superiori

Riassunto

L'educazione alla salute dovrebbe essere parte fondamentale della cultura generale degli studenti, e l'educazione alimentare ne è un aspetto rilevante.

In questo lavoro è illustrato e commentato quanto emerso da un'indagine relativa alle conoscenze di un numeroso campione di studenti delle scuole secondarie superiori riguardo agli additivi alimentari

Abstract

Health education should be a basic part of students' culture, of which alimentary education is a fundamental part. This work reports the results of an investigation concerning the knowledge several high school students have about food additives.

INTRODUZIONE E SCOPI DEL LAVORO

L'alimentazione è una funzione talmente elementare e fondamentale che sembra appartenere a strati della personalità che non esigono riflessione e cultura: un fatto istintivo. Naturalmente sappiamo bene che non è così, tutti siamo stati educati in modo più o meno formale ed abbiamo acquisito

(*) I.P.S.I.A. "Galvani-Sidoli" Reggio Emilia
(**) Dipartimento di Chimica Organica Industriale, Università di Parma
(***) Dipartimento di Chimica, Università di Parma

PAOLA AMBROGI^(*)
ROSALBA MARCHELLI^(**)
GIOVANNI MORI^(***)

conoscenze, credenze e comportamenti in campo alimentare. L'insieme delle prescrizioni e dei tabù in questo settore aveva origine dalle tradizioni familiari: un codice comportamentale ben consolidato che variava in funzione della città o della regione, legato comunque alle esigenze, alle risorse ed alla cultura locale. Il martellare dei messaggi dei "media", il turismo cosmopolita, l'immigrazione da paesi di cultura diversa, ritmi di vita "metropolitani", la disponibilità di cibi preconfezionati di tutti i generi, hanno introdotto grossi cambiamenti nella qualità e quantità dei consumi. Per molte famiglie, soprattutto dove manca una padronanza culturale che consenta di porsi criticamente di fronte alle intense e veloci trasformazioni, questo può creare incertezze o peggio portare all'abbassamento dei livelli di cultura alimentare. Non è raro né casuale il diffondersi di forme di denutrizione o sovralimentazione e di disagi che portano a bulimia o anoressia. Occorre che all'antica educazione "spontanea" radicata nella tradizione locale subentri un nuovo impegno della scuola che non si deve certo sostituire alla famiglia, ma che vi si deve affiancare autorevolmente

per promuovere una crescita culturale, ed educare a quello che è il più basilare campo di consumi umani. L'educazione alimentare non può essere settoriale, è parte di una più ampia educazione alla salute ed alla prevenzione, di una cultura scientifica che s'intreccia con problemi reali, con le difficoltà del sociale e del vissuto soggettivo.

Scopo di questo lavoro è la verifica delle conoscenze e dei pregiudizi (misconceptions) che ragazzi con buone basi culturali possiedono circa gli additivi alimentari ed altre sostanze che possono essere presenti negli alimenti a causa dei diversi trattamenti tecnologici.

Si è inoltre valutata la conoscenza della relazione tra struttura molecolare e proprietà delle sostanze. I pregiudizi che portano a considerare tutto ciò che è naturale "benefico" e ciò che è di sintesi o industriale "maligno" possono, infatti, essere alimentati dall'ignorare che solo la struttura molecolare influisce sul comportamento di una sostanza e la struttura è una sola indipendentemente dal metodo usato per produrla: naturale o sintetico che sia.

METODOLOGIA DELL'INDAGINE

L'indagine per l'acquisizione d'informazioni sulle conoscenze e le idee errate relative agli additivi alimentari, è stata condotta su quindici Scuole Superiori di Parma e provincia ed ha

Tabella 1

ARGOMENTO	n° progressivo delle domande nel questionario	Totale
ETICHETTE NUMERICHE	5. 9. 13. 21.	4
ADDITIVI	16. 19.	2
CONSERVANTI	2. 3. 20. 24.	4
COLORANTI	8. 10. 11. 22. 23. 25. 28. 33. 36.	9
EMULSIONANTI	7. 26. 27.	3
AROMATIZZANTI	12. 14. 17. 32.	4
ESALTORI DI SAPIDITA'	15. 34.	2
PESTICIDI	6. 31.	2
STRUTTURA/PROPRIETA'	18. 29. 30.35.	4
	1. 4.	2
numero di domande complessivo		36

coinvolto trecentotré alunni, in prevalenza del penultimo e terzultimo anno di corso.

La necessità di acquisire un numero elevato d'informazioni e di doverle successivamente classificare in modo più obiettivo possibile per rendere agevole un confronto tra i risultati ottenuti, ha indotto a scegliere il test come strumento di rilevamento. Per raccogliere le informazioni è stata utilizzata una prova oggettiva costituita da domande con risposte a scelta multipla. Il test deriva da uno impiegato precedentemente ed utilizzato come taratura [1] nel quale sono state introdotte quattro nuove domande una per gli additivi, una per gli aromatizzanti, una per gli esaltatori di sapidità ed una per verificare le conoscenze circa la relazione tra struttura chimica e proprietà. Gli indici di selettività e facilità delle nuove domande sono stati controllati prima della somministrazione su larga scala. Il test risulta costituito da trentasei domande con quattro alternative di risposta di cui una esatta.

Le domande sono finalizzate all'accertamento delle conoscenze inerenti le seguenti aree di contenuti: informazioni fornite dalle etichette alimentari, significato dei numeri CE, additivi, conservanti, coloranti, emulsionanti, aromatizzanti, esaltatori di sapidità, pesticidi, relazione tra struttura molecolare e proprietà.

La conoscenza delle informazioni riportate in etichetta e dei numeri CE [2] è importante perché permette al consumatore di orientarsi consapevolmente. Le altre conoscenze sono utili per una obiettiva e serena valutazione della qualità degli alimenti che si assumono.

Lo schema del test, con le domande raggruppate in base ai diversi contenuti, è riportato in tabella 1.

3 DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

La scelta degli Istituti è stata fatta in **CnS** - La Chimica nella Scuola

modo da rappresentare il maggior numero di tipologie: scuole in cui s'impartiscono nozioni specifiche sugli alimenti, scuole volte a fornire cultura generale di base e scuole che impartiscono una formazione scientifica. Hanno preso parte all'indagine le seguenti scuole: Liceo Classico (LC), Liceo Scientifico (LS), Istituto Tecnico Commerciale per Geometri (ITCG), Istituto Tecnico Commerciale (ITC), Istituto Tecnico Industriale (ITI), Istituto Professionale Statale Industria e Artigianato (IPSIA), Istituto Magistrale (IM). Le classi coinvolte nell'indagine sono state selezionate in base alla disponibilità dell'insegnante ma avendo stabilito a priori che i risultati sarebbero stati anonimi, non si ritiene di avere introdotto un bias significativo. Assieme al test, ed alle istruzioni per la sua somministrazione, agli insegnanti è stato distribuito un questionario per raccogliere informazioni sul numero di ore dedicate alle scienze negli anni di studio (calcolate sommando le ore settimanali di scienze di tutti gli anni di studi superiori compreso quello della somministrazione del test), sulla presenza di argomenti inerenti la chimica degli alimenti nei programmi ministeriali svolti, su eventuali

Tabella 2 - Descrizione dei gruppi

GRUPPO	ISTITUTO	TIPOLOGIA		MEDIA DEI PUNTEGGI	DEVIAZIONE STANDARD	N° ALUNNI
		ore di scienze*	ore dedicate alla chimica degli alimenti			
1	ITCG ITC LC	6	-	19	5	82
2	ITI LS	11	-	23	4	129
3	IPSIA	2	5	28	3	29
4	ITA	37	2	23	4	36
5	IM	9	1	22	4	27

*Il numero delle ore di scienze è stato così calcolato:

di ogni Istituto Superiore per ogni anno di corso si è calcolato il numero di ore dedicato in una settimana alle discipline scientifiche sommando tra loro ore di discipline affini. Per ogni classe che ha partecipato le ore sono state stimate sommando le ore settimanali di scienze di ogni anno di corso frequentato dall'iscrizione alla prima classe sino all'anno di frequenza in cui è stato somministrato il test. Per ottenere le ore di scienze di ognuno dei cinque gruppi in esame si è fatta la media delle ore delle classi che lo compongono.

lezioni inerenti la chimica degli alimenti tenute dall'insegnante o da esperti, e nel caso si fosse affrontato l'argomento il numero di ore dedicate ed i sussidi didattici impiegati.

Il test è stato somministrato verso la fine dell'anno scolastico quando la maggior parte del programma era già stato svolto.

Dalle informazioni fornite dai docenti è emerso che la chimica degli alimenti risulta assente da tutti i curricula ad eccezione del terzo anno degli Istituti Tecnici Commerciali in cui figura all'interno del corso di merceologia [3]. Questo mostra quanto sia radicata l'abitudine a trattare le discipline scientifiche come scienze pure sradicate dalla vita di tutti i giorni.

Tant'è vero che sebbene vengano caldegiate iniziative in favore dell'educazione alla salute, argomenti quali questo preso in esame, che entra necessariamente a far parte della quotidianità, sono lasciati alla sensibilità ed alla buona volontà del singolo docente.

Nel caso in cui si siano tenute lezioni sugli alimenti, nessun sussidio didattico è stato impiegato per affiancare le lezioni frontali ad eccezione del libro di testo: il medesimo [4] in tutte le classi a dimostrare quanto siano scarsi gli strumenti didattici anche di tipo tradizionale.

SUDDIVISIONE DEL CAMPIONE E CONSIDERAZIONI STATISTICHE

Per l'indagine statistica i campioni provenienti dalle quindici scuole sono stati riuniti in modo da formare cinque gruppi tenendo conto del numero di ore di scienze presenti nei curricula e delle ore eventualmente dedicate alla chimica degli alimenti. Le conoscenze scientifiche sono sti-

mate proporzionali al numero di ore dedicate nel curriculum di studi alle discipline scientifiche.

I gruppi presentano le seguenti caratteristiche :

Gruppo 1 ragazzi che hanno una buona cultura generale di base e che non hanno ricevuto, in ambito scolastico, nozioni specifiche sugli alimenti.

Gruppo 2 ragazzi che hanno una buona cultura scientifica di base e che non hanno ricevuto, in ambito scolastico, nozioni specifiche sugli alimenti.

Gruppo 3 ragazzi che hanno una buona cultura generale di base e che hanno ricevuto, in ambito scolastico, nozioni specifiche sugli alimenti.

Gruppo 4 Ragazzi che hanno una cultura scientifica di base molto buona e che hanno ricevuto, in ambito scolastico nozioni inerenti gli alimenti.

Gruppo 5 ragazzi che hanno una buona cultura generale di base e che hanno ricevuto, in ambito scolastico, alcune nozioni inerenti gli alimenti.

Con il test di Pearson si è verificato che i punteggi all'interno dei gruppi seguono la distribuzione normale. Le varianze all'interno dei gruppi sono diverse e dall'analisi della varianza non parametrica secondo Kruskal Wallis risulta che il raggruppamento delle classi secondo i criteri esposti dà luogo a cinque gruppi significativamente diversi per quel che riguarda le conoscenze degli additivi alimentari.

In tabella 2 sono riportati, per ogni gruppo, il tipo di Istituti che lo costituiscono, la quantità di ore mediamente dedicate alle discipline scientifiche ed ad argomenti inerenti gli alimenti, la numerosità del gruppo, il punteggio medio riportato nel test e la deviazione standard.

Il punteggio riportato nel test coincide col numero di risposte esatte. Tutti i gruppi hanno conseguito un punteggio medio superiore alla metà delle domande che costituiscono il test, dimostrando una sufficiente conoscenza dell'argomento in esame.

Dal confronto dei punteggi medi dei vari gruppi si nota che lezioni specifiche migliorano le conoscenze degli studenti con buona cultura generale (confronto tra gruppo 1 e gruppo 3) mentre sono di scarsa efficacia per gli studenti con buone basi scientifiche generali (confronto tra gruppo 2 e gruppo 4). Il miglioramento inoltre aumenta all'aumentare delle ore dedicate all'argomento (confronto tra i gruppi 3, 4 e 5).

ANALISI DISCRIMINANTE

L'analisi discriminante è un metodo dell'analisi statistica multivariata, e si applica quindi a oggetti di cui siano noti i valori di più variabili. In particolare questo procedimento serve ad identificare le variabili che più differenziano i gruppi di appartenenza dei vari oggetti. Con l'analisi discriminante si calcolano i coefficienti della combinazione lineare delle variabili considerate tale da rendere massima la distanza fra i gruppi, cioè rende massimo il valore della devianza:

$$SS_{ii} = \sum_j (m_{ij} - \mu_j)^2$$

dove m_{ij} è la media dei valori della i -esima Funzione Discriminante (FD_i) degli oggetti del j -esimo gruppo, mentre μ_j è la media dei valori della stessa funzione calcolata su tutti gli oggetti

correlate alle precedenti, competono frazioni progressivamente minori della devianza totale.

Dai coefficienti con cui le variabili originali entrano nelle funzioni discriminanti si traggono informazioni sulle variabili che più fanno differire i gruppi. Nel nostro caso le funzioni discriminanti rendono massima la distanza dei baricentri dei raggruppamenti formati dai punteggi degli studenti dei cinque gruppi, e le prime due Funzioni Discriminanti spiegano il 74% della devianza totale.

I coefficienti delle 36 domande sulle prime due funzioni discriminanti sono rappresentati in fig. 1, e sono indicativi delle domande cui i 5 gruppi hanno risposto più diversamente. Ad esempio il gruppo n.3 ha dato un numero nel complesso maggiore di risposte esatte alle domande nn.7, 1, 9

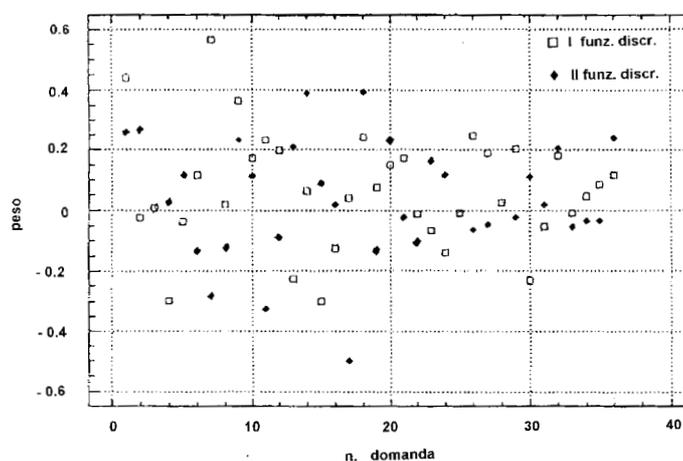


Fig. 1 Coefficienti delle 36 domande nelle prime due funzione discriminante

considerati.

Se per k gruppi di oggetti sono note n variabili, con $k \leq n+1$, si possono quindi calcolare $k-1$ funzioni discriminanti. Alla prima funzione discriminante compete il valore massimo della devianza (SS_j), mentre alle successive, calcolate in modo da non essere

e 29 che hanno un coefficiente molto alto sulla prima funzione discriminante, mentre il gruppo n.5 ha dato il minor numero di risposte esatte alla domanda n.17, che ha coefficiente negativo molto basso sulla seconda funzione discriminante. In fig. 2 sono riportati i punteggi dei centroidi (me-

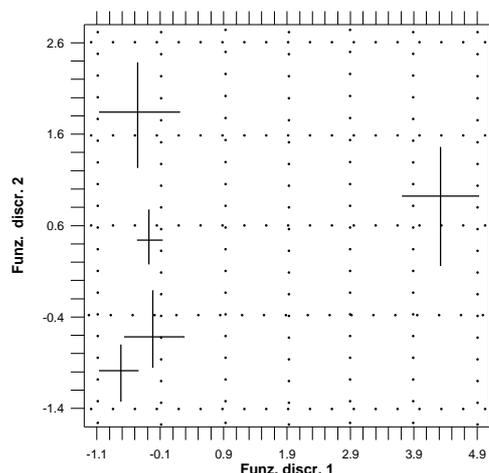


Fig. 2 Punteggi dei centroidi (medie) dei gruppi nelle prime due funzioni discriminanti

die) dei gruppi sulla prima e sulla seconda funzione discriminante.

Si vede come la prima funzione discriminante separa il gruppo n 3 dagli altri, mentre la seconda separa il gruppo 5 dagli altri.

ANALISI DEI RISULTATI

Per brevità di ogni argomento vengono analizzate solo le risposte alle domande che maggiormente discriminano all'interno del test, individuate con l'analisi delle componenti principali. Nelle tabelle 3 e 4 sono riportati il numero e l'area di contenuto delle domande più discriminanti.

All'interno del gruppo tematico di appartenenza delle domande analizzate si esaminano anche le domande che possono essere chiarificanti nell'interpretazione dei dati

Nell'analisi dei risultati le domande vengono raggruppate per argomento.

Per ogni domanda si riportano le alternative evidenziando la chiave in grassetto.

In tabella vengono riportate, per ogni gruppo, le percentuali di risposte date ad ogni domanda.

Domanda n.27

Un determinato trattamento tecnologico è economico ed efficace ma altera il colore di un determinato alimento. Per restituire il colore originario all'alimento useresti:

- A Antiossidanti.
- B Conservanti.
- C Coloranti.
- D Emulsionanti.

Gruppo	A	B	C*	D	astenuti
1	17	5	70	5	4
2	13	2	75	6	4
3	-	-	97	-	3
4	6	-	92	-	3
5	4	-	85	11	-

La domanda n 7, che maggiormente discrimina nella prima funzione discriminante che separa il gruppo 3 dagli altri, mette in evidenza che la maggior parte degli studenti non sa che la legge non fissa la dose massima di impiego dei coloranti, solo nel gruppo 3 si ha l'83% di risposte esatte mentre negli altri gruppi si resta sotto al 15%. E' invece ben compreso lo scopo dell'utilizzo di tali additivi (domanda n°27).

STRUTTURA MOLECOLARE E PROPRIETA'

Domanda n. 1

Un additivo naturale:

- A Si ottiene solo dal regno animale, vegetale o minerale.
- B Si può ottenere anche artificialmente

Tabella 3. Le quattro domande che discriminano maggiormente nella prima funzione discriminante numero e area di contenuto.

n della domanda	7	1	9	4	29
area di contenuto	coloranti	struttura proprietà	etichette	struttura proprietà	pesticidi

Effetto discriminante

Tabella 4. Le tre domande che discriminano maggiormente nella seconda funzione discriminante numero e area di contenuto.

n della domanda	17	18	14
area di contenuto	emulsionanti	pesticidi	emulsionanti

Effetto discriminante

COLORANTI

Domanda n.7

Di quali additivi la legge NON riporta la dose massima d'impiego?

- A Aromatizzanti.
- B Emulsionanti.
- C Conservanti.
- D Coloranti.

Gruppo	A	B	C	D*	astenuti
1	55	13	10	15	7
2	53	28	5	8	6
3	-	3	10	83	3
4	28	36	8	6	22
5	37	30	4	-	30

purché sia uguale ad uno presente in natura.

C Si ottiene dal regno animale, vegetale o minerale direttamente senza manipolazioni.

D Si estrae da sostanze presenti in natura.

Gruppo	A	B*	C	D	astenuti
1	22	10	23	44	1
2	16	28	8	47	2
3	-	97	-	-	3
4	6	39	14	42	-
5	4	37	7	52	-

Domanda n.4

L'azione di un additivo alimentare:

A Dipende dalla sua struttura chimica.

B Dipende da come viene ottenuto.

C Dipende sia dalla sua struttura chimica sia da come viene ottenuto.

D Dipende dal fatto che sia naturale oppure artificiale.

Gruppo	A*	B	C	D	astenuti
1	24	6	48	17	5
2	54	2	29	9	5
3	14	10	34	10	31
4	58	3	28	8	3
5	22	-	37	33	7

I gruppi 2 e 4, con maggiori conoscenze scientifiche, hanno dimostrato di conoscere la relazione tra struttura e proprietà dando rispettivamente il 54% e il 58% di risposte esatte alla domanda 4.

Per gli studenti del gruppo 3 non si ha una distribuzione sulle risposte significativamente diversa da quella casuale. Tale affermazione è suffragata, con un livello di significatività del 5%, dal risultato del test di Pearson (Chi quadro).

ETICHETTE

Domanda n.9

Nelle etichette gli additivi sono elencati per ultimi perché:

A Si spera che il consumatore non li legga

B Sono presenti in quantità minori degli altri ingredienti.

C Sono meno importanti degli altri ingredienti.

D Si pensa che al consumatore non interessino.

Gruppo	A	B*	C	D	astenuti
1	13	63	6	13	4
2	0	95	4	2	0
3	0	100	0	0	0
4	6	72	14	8	0
5	0	89	7	4	0

Agli studenti è noto perché gli additivi figurano per ultimi nelle etichette

PESTICIDI

Domanda n. 18

Quale tra le seguenti affermazioni riguardo le piante è vera?

A Producono solo sostanze innocue per l'uomo.

B Possono produrre pesticidi.

C Non producono sostanze tossiche.

D Producono solo sostanze benefiche per l'uomo.

Gruppo	A	B*	C	D	astenuti
1	12	21	40	21	6
2	18	59	19	2	3
3	10	78	0	0	10
4	25	36	17	14	8
5	15	56	11	15	4

Domanda 29

Per proteggersi dall'aggressione di parassiti ed insetti i vegetali possono produrre sostanze tossiche che rispetto ai pesticidi prodotti chimicamente dall'uomo sono:

A Meno nocivi per l'uomo.

B Innocui per l'uomo.

C Altrettanto nocivi per l'uomo.

D Non vengono ingeriti dall'uomo.

Gruppo	A	B	C*	D	astenuti
1	45	28	9	13	5

2	48	23	18	6	5
3	41	17	28	-	14
4	33	22	19	17	8
5	37	41	7	11	4

Domanda n. 30

Mediamente con la dieta giornaliera:

A Non ingeriamo pesticidi.

B Ingeriamo solo pesticidi prodotti chimicamente dall'uomo.

C Ingeriamo più pesticidi naturali che pesticidi prodotti chimicamente dall'uomo.

D Ingeriamo solo pesticidi naturali.

Gruppo	A	B	C*	D	astenuiti
1	9	40	38	6	7
2	12	36	37	6	8
3	10	17	14	3	55
4	11	56	14	8	11
5	7	15	59	11	7

La domanda 18 discrimina fortemente il gruppo n 1 dal gruppo n 5. Nel gruppo 1 solo il 21% degli studenti sa che le piante possono produrre pesticidi mentre il 40% pensa che non producano sostanze tossiche e il 12% crede che possano produrre solo sostanze innocue. Nel gruppo 5 il 56% conosce la risposta esatta: sa che le piante possono produrre pesticidi. Nonostante ciò entrambe i gruppi reputano i pesticidi naturali meno nocivi per l'uomo di quelli sintetici.

Infatti, per quel che riguarda la domanda n° 29 (quinta domanda maggiormente discriminante) nella prima funzione discriminante, in tutti i gruppi, più del cinquanta per cento degli studenti sceglie la risposta A o B reputando le sostanze tossiche prodotte dalle piante meno nocive per l'uomo di quelle di sintesi o addirittura innocue. Applicando il test di Pearson alle risposte fornite dai ragazzi del quarto gruppo si può accettare, con un livello di significatività del 5%, l'ipotesi di una scelta praticamente casuale delle risposte.

Dall'analisi delle risposte alla domanda 30 emerge che in tutti i gruppi la maggior parte degli studenti sceglie la risposta B (nel gruppo 4, cioè gli studenti con buone basi scientifiche, addirittura il 56%) mostrando di ritenere che con la dieta giornaliera vengono ingeriti solo pesticidi di sintesi. Unica eccezione gli studenti del gruppo 5 in cui a maggioranza scelgono la risposta esatta dimostrando di sapere che vengono assunti più pesticidi naturali che pesticidi sintetici.

EMULSIONANTI

Domanda n.14

Cosa pensi che succederebbe se nella farcitura della merendina non ci fossero gli emulsionanti?

A La merendina si conserverebbe meno a lungo.

B La merendina cambierebbe sapore.

C La merendina avrebbe la stessa consistenza.

D La merendina avrebbe consistenza peggiore.

Gruppo	A	B	C	D*	astenuiti
1	27	13	10	41	9
2	12	17	1	68	2

3	7	-	3	86	3
4	28	8	-	58	6
5	11	11	-	70	7

Domanda n.17

Gli emulsionanti servono a:

A Rendere stabile una miscela ottenuta da liquidi con caratteristiche differenti come acqua e olio.

B Rendere migliore il potere nutritivo di un alimento anche se sottoposto ad alte temperature.

C Rendere più digeribile l'alimento.

D Rendere stabili le proteine.

Gruppo	A*	B	C	D	astenuiti
1	72	2	11	9	6
2	79	1	9	7	4
3	100	-	-	-	-
4	86	3	3	6	3
5	22	15	56	-	7

Gli studenti del gruppo 3 pur non avendo seguito un curriculum ad impostazione scientifica, grazie alle lezioni specifiche sugli alimenti, mostrano di conoscere sia la funzione degli emulsionanti (100 % di risposte esatte) sia il loro effetto come additivi alimentari (86 % di risposte esatte). Gli studenti del gruppo 4 con buone basi scientifiche conoscono la funzione degli emulsionanti (86 % di risposte esatte alla domanda 17) ma non hanno altrettanto chiaro l'effetto degli emulsionanti sugli alimenti. Alla domanda 14 il 58 % risponde giustamente che gli emulsionanti agiscono sulla consistenza ma il 28 % pensa che aumentino la conservabilità.

I coefficienti delle domande 14 e 17, nella seconda funzione discriminante, che separa il gruppo 5, sono rispettivamente positivo e negativo e mostrano quindi che in questo gruppo è noto l'effetto pratico degli emulsionanti ma non le loro proprietà. Nella seconda funzione discriminante, che separa il gruppo 1 del gruppo 5, le domande 17 e 14 sono rispettivamente la prima e la terza in ordine di peso. Gli studenti del gruppo 1 mostrano di conoscere bene la funzione di un emulsionante, danno, infatti, il 72% di risposte esatte contro il 22% degli studenti del gruppo 5.

L'andamento si inverte per quel che riguarda l'effetto degli emulsionanti come additivi alimentari. In questo caso sono gli studenti del gruppo 5, che hanno seguito lezioni inerenti gli additivi, a mostrare una migliore conoscenza dando il 70% di risposte esatte contro il 41% degli studenti del gruppo 1.

7 CONCLUSIONI

Dai punteggi medi riportati nel test si è visto che le conoscenze sugli additivi alimentari sono sufficientemente buone.

In particolare che cosa sono gli additivi alimentari e perché vengono utilizzati risultano concetti ben noti agli studenti di tutti e cinque i gruppi. Altrettanto buone sono le conoscenze circa lo scopo e l'impiego dei conservanti e quello dei trattamenti ed interventi ad essi alternativi. In tutti i grup-

pi, per le due aree di contenuto, più del 50% conosce la risposta esatta. Molto buone sono anche la conoscenza delle informazioni riportate in etichetta e degli esaltatori di sapidità. La conoscenza dei numeri CE è insufficiente e, poco nota in genere, la normativa inerente gli additivi alimentari e l'etichettatura degli alimenti. La mancanza di conoscenze lascia spazio alle informazioni fornite dalla pubblicità e, tendenzialmente, ciò che è vero per un prodotto di una marca pubblicizzata lo diventa automaticamente per tutti i prodotti analoghi. Non è ben noto che la dicitura aromi naturali viene impiegata oltre che per gli aromi già presenti in natura anche per quelli di sintesi con identica struttura molecolare [6].

La conoscenza del rapporto che c'è tra struttura chimica e proprietà di una sostanza migliora sensibilmente con l'aumentare delle ore dedicate alle scienze, ma la parola naturale induce comunque a pensare che l'additivo sia estratto da sostanze naturali ed anche gli studenti con buone basi scientifiche vengono indotti in questo errore. Le conoscenze specifiche non vengono utilizzate razionalmente nei problemi che si presentano al di fuori di un contesto disciplinare.

Che le piante possano produrre pesticidi è diffusamente noto ma gli effetti di questi sull'uomo sono ritenuti meno nocivi di quelli dei pesticidi sintetici o addirittura innocui. Questo dimostra come l'idea di naturale sia legata al concetto di sicuro e salutare in modo talmente indissolubile da non essere incrinata neanche da conoscenze specifiche. Infatti, pur essendo noto che le piante producono pesticidi è radicata l'idea che gli unici ingeriti sono quelli prodotti dall'uomo.

Ed ancora, eccettuati i composti farmaceutici e quelli usati come additivi alimentari o in agricoltura come pesticidi ed erbicidi in genere pochissimi tra i prodotti chimici immessi in commercio sono stati studiati da un punto di vista tossicologico [7]. Nonostante ciò la maggioranza delle persone percepisce un "rischio relativo" molto alto legato agli additivi alimentari [8].

Alimenti di consumo usuale, quali cioccolato, caffè, fragole...possono scatenare allergie, alcuni alimenti contengono fattori che sono essenziali al di sotto di un certo limite, tossici al di sopra quali selenio o alcune

vitamine.

Si può citare una frase tratta dalla prefazione di un libro di E.M.Boyd [9]: 'i risultati degli studi condotti sui cibi più svariati indicano che non esiste il veleno in se ma esiste una dose tossica di (possibilmente) ogni cosa.'

La funzione degli emulsionanti è nota così come alcuni emulsionanti tra i più utilizzati.

All'aumentare delle conoscenze scientifiche aumenta la percentuale di risposte corrette alle domande inerenti la funzione degli emulsionanti ma quando si tratta di valutare l'impatto di tale additivo su un alimento le conoscenze scientifiche sembrano essere di scarso aiuto, tant'è che la percentuale di risposte giuste diminuisce all'aumentare delle ore dedicate alle discipline scientifiche, come si era già riscontrato in un precedente lavoro[10] .

I corsi dedicati alla chimica degli alimenti inoltre, sembrano avere più efficacia sugli studenti con scarse conoscenze scientifiche che su quelli che ne hanno parecchie.

Come si può spiegare il fatto che studenti con buone basi scientifiche abbiano difficoltà a trasferire ed applicare le conoscenze nel quotidiano e che nonostante le conoscenze specifiche continuino a farsi irretire dai luoghi comuni?

Possibili cause potrebbero essere attribuibili alle metodologie didattiche. Da studi condotti in Gran Bretagna emerge che, volendo divulgare la cultura scientifica a fasce sempre più ampie, occorre rivedere sia i curricula sia le metodologie .

Gli obiettivi perseguiti dalle discipli-

ne scientifiche possono essere classificati in tre categorie [11]: centrati sullo studente, centrati sulla società e centrati sulla scienza .

Tradizionalmente i corsi di scienze erano centrati sulla scienza, ma negli ultimi anni si sta assistendo ad uno spostamento verso categorie centrate sulla società [12]

Questo spostamento si rende necessario se si vuole coinvolgere un numero sempre maggiore di persone, se si vuole una 'scienza per tutti' e non solo per individui già orientati e motivati verso le discipline scientifiche. Correlare una disciplina scientifica alla vita di tutti i giorni facendo riferimento e prendendo spunto dalle esperienze concrete del quotidiano sembra essere un approccio efficace affinché le nozioni ed i fenomeni conosciuti a livello teorico vengano applicati, dagli studenti, a situazioni pratiche e reali. Alcuni studi [13] [14] hanno infatti mostrato che la concettualizzazione di un problema determina la completa padronanza dei concetti più che la conoscenza dei singoli fatti in altre parole le idee usate dagli studenti per spiegare eventi della vita quotidiana non vengono sostituite con le idee scientifiche acquisite a scuola a meno che queste ultime non siano percepite come superiori rispetto ai pregiudizi 'spontanei ' o acquisiti dai media o altre fonti.

BIBLIOGRAFIA

[1] Tesi di specializzazione in "Chimica e tecnologia alimentari" discussa da P.Ambrogi presso l'Università degli Studi di Parma

[2] Ogni additivo è identificato dalla lettera

"E" (Europa) seguita da un numero. Ad esempio E150 è il caramello, un colorante.

[3] L'argomento non era ancora stato trattato al momento della somministrazione del test.

[4] Cappelli, Vannucchi, *Chimica degli alimenti conservazione e trasformazione*. Zanichelli Bo 1990

[5] Luigi Fabbris *Statistica multivariata: analisi esplorativa dei dati*. Mac Graw Hill 1997

[6] Il test è stato somministrato prima dell'attuazione delle direttive 88/388/CEE e 91/71/CEE che riservano la dicitura aromi naturali ai soli aromi isolati da prodotti naturali. E' da ricordare che in precedenza la dicitura aromi naturali era applicata anche a sostanze con formula di struttura identica a quella di aromi presenti in natura indipendentemente da come si erano ottenuti

[7] L. Caglioti, *I due volti della chimica* , Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori Mi. 1979

[8] *Industrial Enzimology* (Ed. Godfrey & West), Macmillan Press Ltd ,London 1996

[9] Boyd E.M., Toxicity of pure foods, Cleveland (1973)

[10] P. Ambrogi, R. Cervellati, *Didattica delle Scienze* n° 179 ottobre 1995

[11] D. Hodson, DJ Reid, *School Science Review* 1988,250 ,69,101-108. E.E

[12] Department of Education and Science and the Weelsh Office, *GCSE:The National Criteria*, HMSO, 1985

[13] Clough, R. Driver , C. Wood Robinson, *The school Science Review*, 68, n°244, March, 1987.

[14] H. Briggs, B. Holding, full report, CLIS, University of Leeds Press, Leeds, 1986.

Note

I paragrafi 2, 3 e 6 sono opera di P.Ambrogi, il paragrafo 5 è opera di G.Mori mentre le altre parti dell'articolo sono state scritte in collaborazione dagli autori.

Gli autori desiderano ringraziare gli insegnanti e gli allievi delle classi che hanno partecipato all'indagine. Ringraziano inoltre il Prof. R. Cervellati del dipartimento di Chimica Dell'Università di Bologna per i preziosi suggerimenti forniti.

Testo delle domande non discusse nell'articolo

Domanda 2.

Cos'è un additivo alimentare?

A E' una sostanza aggiunta all'alimento non a scopo nutritivo.

B E' una sostanza che non viene aggiunta agli alimenti naturali.

C E' una sostanza usata solo nell'industria alimentare.

D E' una sostanza aggiunta all'alimento a scopo nutritivo.

Domanda 3.

Quale tra i seguenti è uno degli scopi dell'impiego degli additivi alimentari?

A Aumentare il peso dell'alimento.

B Aumentare il valore nutritivo dell'alimento.

C Aumentare la conservabilità dell'alimento.

CnS - La Chimica nella Scuola

D Aumentare il rischio di danno per la salute.

Domanda 5.

Quale delle seguenti informazioni può, per legge, mancare sull'etichetta?

A La quantità dei singoli ingredienti presenti.

B Il quantitativo netto dell'alimento.

C L'elenco degli ingredienti.

D Il termine minimo di conservazione.

Domanda 6.

Gli esaltatori di sapidità vengono impiegati per:

A Conservare il sapore dell'alimento nel tempo.

B Aggiungere aroma ad un alimento.

C Mascherare odori sgradevoli che si possono sviluppare nell'alimento.

D Intensificare il sapore di un alimento.

Domanda 8.

La pastorizzazione è un trattamento che può sostituire l'impiego di:

A Acidificanti.

B Antiossidanti.

C Emulsionanti.

D Conservanti.

Domanda 10.

Per impedire la proliferazione dei microrganismi negli alimenti vengono aggiunti:

A Emulsionanti.

B Conservanti.

C Antiossidanti.

D Acidificanti.

Domanda 11.

Quale additivo viene usato di solito negli alimenti che contengono sostanze grasse?

- A Esaltatore di sapidità.
- B Colorante.
- C Emulsionanti.
- D Antiossidanti.

Domanda 12.

Quale additivo viene generalmente usato in alimenti che contengono grassi ed acqua?

- A Acidificanti.
- B Emulsionanti.
- C Coloranti.
- D Aromi naturali.

Domanda 13.

Quale, tra i seguenti alimenti, contiene il maggior numero di additivi?

- A Olive farcite - ingredienti: olive, acqua, fercitura al peperone, sale, addensanti: alginato di sodio e farina di semi guar, antiossidante: acido L-ascorbico.
- B Caramelle - ingredienti: addensante: gomma arabica, zucchero, sciroppo di glucosio, amido modificato, succo di liquirizia, colorante: caramello, anetolo, aromi naturali.
- C Succo di frutta - ingredienti: purea di albicocca, acqua, zucchero, antiossidante: acido L-ascorbico.
- D Chewingum - ingredienti: zucchero, gomma base, sciroppo di glucosio, stabilizzanti: sorbitolo e glicerolo, aromi naturali e artificiali, coloranti: azorubina, indigotina e giallo tramonto, antiossidante: BHA.

Domanda 15.

Quali tra i seguenti alimenti NON contengono sicuramente aromi aggiunti?

- A La marmellata.
- B Il burro.
- C I biscotti.
- D La cioccolata.

Domanda 16.

Ad ogni additivo alimentare corrisponde un numero di più cifre preceduto dalla lettera E.

- A La lettera E indica che l'additivo è accettato dalla CEE, la prima cifra lo classifica le restanti lo identificano.
- B La lettera E indica che l'additivo è accettato dalla CEE, l'ultima lo classifica le restanti lo identificano.
- C La lettera E indica che l'additivo è accettato dalla CEE, l'ultima lo classifica, le restanti indicano il codice del produttore.
- D La lettera E indica che l'additivo è accettato dalla CEE, la prima cifra lo classifica, le restanti indicano il codice del produttore.

Domanda 19.

Quale delle seguenti affermazioni è esatta?

- A Ad ogni additivo alimentare permesso dalla CEE corrisponde un numero preceduto dalla lettera E identico per ogni Paese CEE.
- B In ogni Paese della CEE ad ogni additivo alimentare permesso corrisponde un numero preceduto dalla lettera E.

C Ad ogni additivo alimentare permesso nella CEE può corrispondere più di un numero.

D Ad ogni additivo alimentare permesso nella CEE corrispondono due numeri uno dei quali preceduto dalla lettera E.

Domanda 20.

Quale tra i seguenti alimenti NON contiene mai additivi?

- A Pasta di semola di grano duro.
- B Yogurt.
- C Formaggi.
- D Cacao in polvere.

Domanda 21.

Osserva il seguente elenco degli ingredienti di un dado per brodo.

Ingredienti: sale da cucina, esaltatore di sapidità: glutammato monosodico, grasso vegetale idrogenato, estratto per brodo, estratto di lievito, zuccheri, verdure disidratate, spezie, aromi naturali di verdure, antiossidante propile gallato (nel grasso).

Qual'è tra i seguenti l'ingrediente presente in maggior quantità?

- A Estratto per brodo.
- B Aromi naturali di verdure.
- C Verdure disidratate.
- D Esaltatore di sapidità.

Domanda 22.

E' possibile conservare prodotti secchi senza conservanti perché:

- A L'essiccamento produce sostanze conservanti.
- B I microrganismi non si sviluppano senza acqua.
- C Gli additivi sono un'aggiunta inutile.
- D Sono prodotti di poco valore.

Domanda 23.

Migliorando le condizioni igieniche si può diminuire o eliminare la presenza negli alimenti dei seguenti additivi:

- A Aromatizzanti.
- B Coloranti.
- C Emulsionanti.
- D Conservanti.

Domanda 24.

E' sicuramente senza additivi chimici:

- A Il latte a lunga conservazione.
- B Il succo di frutta.
- C Il gelato.
- D Il prosciutto cotto.

Domanda 25.

Quale tra i seguenti elementi NON contiene conservanti?

- A Il grana padano.
- B Il prosciutto crudo.
- C La maionese.
- D Il parmigiano reggiano.

Domanda 26.

Quale tra i seguenti alimenti NON è consentito aggiungere coloranti?

- A Bevande alcoliche.
- B Cioccolato.
- C Bevande gassate.
- D Caramelle alla frutta.

Domanda 28.

Gli antiossidanti sono conservanti impiegati per:

- A Ostacolare la formazione di amido.
- B Bloccare l'irrandimento delle sostanze grasse.
- C Prevenire l'idrolisi delle proteine.
- D Impedire la caramellizzazione degli zuccheri.

Domanda 31.

Il glutammato, presente nei dadi da brodo, è un:

- A Conservante.
- B Esaltatore di sapidità.
- C Colorante.
- D Emulsionante.

Domanda 32.

I mono- e di-gliceridi degli acidi grassi, presenti molte volte nei gelati, sono:

- A Emulsionanti.
- B Conservanti.
- C Esaltatori di sapidità.
- D Coloranti.

Domanda 33.

Nei biscotti secchi non ci sono conservanti perché:

- A Sono consumati soprattutto dai bambini.
- B Negli alimenti senz'acqua i microrganismi non si sviluppano.
- C Sono prodotti dietetici.
- D Lo zucchero che contengono impedisce lo sviluppo di microrganismi.

Domanda 34.

Ad un alimento è stato aggiunto un'aroma prodotto chimicamente ma identico ad un'aroma esistente in natura. Sull'etichetta:

- A Non è obbligatoria alcuna etichetta.
- B Deve essere riportata la dicitura aroma naturale.
- C Deve essere riportata la dicitura aroma artificiale.
- D E' facoltativa la dicitura aroma aggiunto.

Domanda 35.

Una sostanza usata per proteggere le colture agricole dagli organismi nocivi è detta:

- A Fertilizzante.
- B Pesticida.
- C Conservante.
- D Anticrittogamico.

Domanda 36.

In assenza di conservanti nei cibi possono proliferare dei microrganismi in grado di produrre aflatossine che sono:

- A Potenti agenti cancerogeni.
- B Sicure perché, di origine naturale.
- C Aromatizzanti naturali.
- D Meno dannose dei conservanti.

GIOCHI DELLA CHIMICA

FRASCATI 2-4 GIUGNO 1999 RISULTATI FINALI NAZIONALI CLASSE "A"

STUDENTE	PUNTI	REGIONE	ISTITUTO	DOCENTE
Barsotti Massimo	137	Toscana	IPIA Solvay (Rosignano)LI	Prof. Bianchi Monica
Creati Francesco	125	Abruzzo	ITIS Chieti	Prof. Patricelli Enzo
Annese Fabrizio	124	Puglia	ITIS Ferraris (Molfetta)	Prof. Sgherza Vito
Ianniciello Giovanni	123	Campania	ITC Volpe	Prof. Martiniello Giuseppe
Redaelli Francesco	110	Lombardia	ITI Badoni	Prof. Carenini Franco
De Bortoli Marco	107	Friuli V. Giulia	ITI Kennedy (Pordenone)	Prof. Albanese Maria
Chiarucci Michel	105	Marche	ITIS Mattei (Urbino)	Prof. Marchetti
Marverti Federico	104	Emilia Rom.	ITI Fermi	Prof. Malavasi Sandra
Baracchi Fabio	101	Emilia Rom.	ITI Fermi	
Marinelli Mauro	101	Umbria	ITCG Battaglia (Norcia)PG	Prof. Passeri Luciano
Di Cola Andrea	95	Abruzzo	ITIS L. di Savoia (CH)	Prof. Patricelli Enzo
Spinelli Andrea	92	Veneto	ITI Zuccante (Mestre)VE	Prof. Mozzato Sante
Caricato Marco	91	Puglia	ITI Fermi (Lecce)	Prof. Caretto Carlo
Lancioni Massimo	86	Umbria	ITCG Battaglia (Norcia)PG	Prof. Passeri Luciano
Corradi Paolo	82	Trentino A. A.	ITI Buonarroti (Trento)	Prof. Filippi Iolanda
D'Ambrogio Giacomo	80	Sicilia	LCS Volta (Caltanissetta)	Prof. Lombardo
Rossi Davide	76	Piemonte	ITI Cobianchi (Verbania)	Prof. Donatella Fantoccoli
Buccino Simone	73	Basilicata	IPIAS Pescopagano	Prof. Lorenzo Bruno
Fabri Cristian	71	Lazio	ITI Rosatelli (Rieti)	Prof. Conti Elisa
Pili Marcello	61	Sardegna	ITIS D. Scano (Cagliari)	Prof. M. I. Cossu
Cavallaro Mirko	57	Liguria	ITG Abba	Prof. Pardo Laura
Rombolà Giuseppina	51	Calabria	ITI Nicotera	Prof. Santaguida Geremia
Rodler Romina	49	Trentino A.A.	ITG A. Pozzo(Trento)	Prof. Ruggeri Antonio

CLASSE "B"

STUDENTE	PUNTI	REGIONE	ISTITUTO	DOCENTE
Presti Calogero Davide	160	Sicilia	LCS Volta (Caltanissetta)	Prof. M. De Nicola
Calvanese Vincenzo	159	Campania	LC T. Tasso (SA)	Prof. Abbadessa M. Rosaria
Regoli Massimo	156	Umbria	ITCG Battaglia (Norcia)PG	Prof. Passeri Luciano
Falgari Pietro	152	Lombardia	LC Sarpi	Prof. Allievi Francesca
Pilzer Gabriele	152	Trentino A. A.	ITI Buonarroti (Trento)	Prof. Curzel A.Maria
Milletti Francesca	148	Umbria	LCL Mariotti (Perugia)	Prof. G. Staccini
Pesaresi Ilaria	141	Marche	LS Laurana (Urbino)	Prof. Ligi Maddalena
Garra Walter	134	Piemonte	ITI Mondovi (Mondovi)	Prof. Mario Bourcier
Colella Francesco	134	Puglia	LCS Bazoli (Lecce)	Prof. Vergori Elisabetta
Giannuzzi Giuliana	134	Puglia	LCS Fermi (Bari)	Prof. D'Aloia Floriana
Mariano Giuseppe	133	Lazio	LCL G. Cesare (Roma)	Prof. Valigi
Franceschini Lorenzo	131	Marche	LS Medi (Senigallia)	Prof. Mattioli Ubaldo
Stochino Alberto	131	Sardegna	LCS Spano (Sassari)	Prof. A. Pazzola
De Zorzi Rita	130	Friuli V. Giulia	LCS Martinelli (Udine)	Prof. Maria Elisa Gandin
Baldi Giacomo	129	Toscana	LS Redi (Arezzo)	Prof. Posca Vito
Fede Alessandro	129	Veneto	LCL Tito Livio (Padova)	Prof. Brugiolo
D'Anna Lisa	122	Campania	LS F. Severi	Prof. D'auria Luisa
Di Benedetto Marta	113	Liguria	LCS Cassini	Prof. Bertellotti Lidia
Bianconi Fortunato	111	Umbria	LCS Marconi (Foligno)	Prof. Sensini Barbara
Della Sala Giuseppe	110	Emilia Rom.	LCS Copernico	Prof. Precchia
Pietropaolo Adriana	109	Sicilia	LCS Archimede (Messina)	Prof. Liliana Chillè
Nisi Paolo	95	Basilicata	LCS Majorana	Prof. Ciola Savino
Tana Milena	95	Puglia	LCS Bazoli (Lecce)	Prof. Vergori Elisabetta
Genco Calogero	95	Sicilia	ITG L. da Vinci (Caltanissetta)	Prof. Carlo D'Ambrogio
Pucci Ippolito	91	Lazio	LCL G. Cesare (Roma)	Prof. Mariotti
Catanese Bernardo	87	Calabria	LCS Scorza (Cosenza)	Prof. Tancredi Elena
Faraci Marianna	83	Sicilia	LCL Sciascia	Prof. Aurelio Corrao
Morelli Luciano	82	Umbria	ITCG Einaudi (Todi)	Prof. P. Piccini
Carboni Andrea	78	Sardegna	LCS Spano (Sassari)	Prof. A. Pazzola
Almolla Joan	72	Calabria	LCS Scorza (Cosenza)	Prof. Tancredi Elena
Cicino Giampiero	46	Abruzzo	LCS Bafile (Aquila)	Prof. Tatone A. Maria

CLASSE "C"

STUDENTE	PUNTI	REGIONE	ISTITUTO	DOCENTE
Evangelista Francesco	117	Abruzzo	ITIS Mattei (Vasto)	Prof. F. Giulio e R. Anniballe
Filpi Antonio	94	Sicilia	ITI Maiorana (Palermo)	Prof. R. Ceraulo
Luparia Marco	73	Piemonte	ITIS Sobrero (Casale Monf.)	Prof. Piero Spinoglio
Fusari Sergio	66	Emilia Rom.	ITI Baldini	Prof. Bacchilega
Salizzoni Daniele	61	Lombardia	ITI Molinari (Milano)	Prof. Caratto
Fois Giovanni	60	Sardegna	ITIS Angioy (Sassari)	Prof. R. Manca
Passarelli Salvatore	59	Calabria	ITI Fermi (Castrovillari)	Prof. Pirolo Giuseppe
Monastero Alberto	55	Veneto	ITI Silva (Legnago)VR	Prof. Modelli Manuela
Martin Ariana	53	Friuli V. Giulia	ITI Kennedy (Pordenone)	Prof. Gianmario Bologna
Mancabelli Eros	49	Trentino A. A.	ITI Buonarroto (Trento)	Prof. Soardo Silvano
Ronchi Paolo	43	Lombardia	ITI Molinari (Milano)	Prof. Caratto
De Michele Emilio	42	Campania	ITI Focaccia (SA)	Prof. Colucci Maddalena
Andreoli Matteo	42	Veneto	ITI Silva (Legnago)VR	Prof. Modelli Manuela
Peverati Roberto	41	Liguria	ITIS Gastaldi	Prof. Patrone Luigi
Bacchiocchi Valentina	41	Marche	ITIS Volterra (Ancona)	
Cappetta Pierlugi	40	Campania	ITI Focaccia (SA)	Prof. Casaburi Antonio
Puccini Filippo	40	Toscana	ITI Galilei (Livorno)	Prof. Bassani Marcello
Spaccini Raffaele	39	Umbria	ITIS Volta (Perugia)	Prof. E. Ginocchini
Troise Davide	31	Lazio	ITI XX (Roma)	Prof. Manganelli Angelo
Polo Dolores	31	Puglia	ISIP L. da Vinci (Gallipoli)	Prof. Maglio Guido
Forti Matteo	29	Piemonte	ITIS Sobrero (Casale Monf.)	Prof. Casaccia Luciano
Demitri Nicola	28	Friuli V. Giulia	ITI Malignani (Cervignano)	Prof. Graziella Mocellini
Marochi Stefano	24	Marche	ITIS Mattei (Urbino)	Prof. Marchetti
Lazzeri Andrea	23	Trentino A. A.	ITI Buonarroto (Trento)	Prof. Soardo Silvano
Di Marco Antonella	16	Basilicata	IPIAS Pescopagano	Proff. Caggiano-Libbutti



XXXI OLIMPIADE INTERNAZIONALE DELLA CHIMICA BANGKOK (Tailandia)



EVANGELISTA Francesco
ITIS "MATTEI" Vasto CH



FILPI Antonio
ITI "MAIORANA" Palermo



LUPARIA Marco
ITIS "SOBRERO" Casale Monferrato

L'Italia Conquista l'Oro alle Olimpiadi della Chimica!

Olimpiadi della Chimica 1999

Bangkok 4-11 luglio 1999

Le Olimpiadi della chimica 1999 si sono concluse con un grande successo della rappresentativa italiana che ha portato a casa una medaglia d'oro e due di bronzo. La medaglia d'oro è stata meritata da **Francesco Evangelista** (ITIS "E. Mattei" di Vasto) - Settembre - Ottobre 1999

stato; Prof. C. Aquilano), classificatosi ottavo a 9 punti dallo statunitense Timothy Jones, campione mondiale), quelle di bronzo da **Antonio Filpi** (ITIS Majorana" di Palermo; Prof. R. Ceraulo) e **Marco Luparia** (ITIS "Sobrero" di Casale Monferrato; Prof. L. Casaccia) e. Il quarto partecipante, il calabrese Salvatore Passarelli (ITIS "E. Fermi" di Castrovillari; Prof. G.

Piloro) ha mancato il bronzo perché tradito dall'emozione e dall'esperienza che gli hanno fatto ignorare problemi che sicuramente poteva risolvere. A Pavia infatti la preparazione era stata centrata pienamente dai Docenti che, dopo aver cercato e studiato il curriculum dei Professori thailandesi costituenti il comitato scientifico, avevano impostato la pre-

CnS - La Chimica nella Scuola

parazione degli argomenti di alto livello (livello 3) in modo mirato. E' doveroso quindi ringraziare il Professor Armando Negri che con le sue competenze sulla determinazione di strutture proteiche aveva assicurato il risultato su questo argomento e i ricercatori Mauro Freccero (Chim. Org.), Angelo Taglietti (Chim. Gen.), Eliana Quartarone (Chim. Fis.) e (Chim. Anal.), tutti appassionati Docenti che con il loro entusiasmo e la loro eccezionale professionalità hanno contribuito validamente a preparare i concorrenti. Le basi culturali dei ragazzi e l'interesse per la chimica erano però merito degli Insegnanti degli Istituti di provenienza a cui va la gratitudine e il riconoscimento del comitato organizzatore e della S.C.I..

Il sottoscritto è contento, ma non può nascondere una paura, che già ha palesato in precedenza, riguardante il futuro che si prospetta sempre più duro.

I giovani vincitori di quest'anno rischiano di essere gli epigoni di un passato felice. Infatti, già per il prossimo anno, non si vedono all'orizzonte giovani che possano promettere le soddisfazioni del passato.

Nelle finali nazionali di Frascati, quest'anno si è avuta infatti l'impressione che le nuove leve, se si escludono

una o due persone, non promettano molto. Le vicende didattiche che hanno coinvolto i nostri Istituti Tecnici e la Chimica nelle scuole in generale spiegano, a detta di molti, queste pessimistiche previsioni.

La scuola non assicura più un livello sufficiente per competere con il resto del mondo civile. I recenti campioni hanno infatti soprattutto molti meriti personali (sono appassionati autodidatti) e si dichiarano sempre meno stimolati da una didattica che, per portare avanti anche chi decide di non studiare una materia per tutto il corso degli studi, è costretta ad abbassare il livello generale. Inoltre spesso non si dispone di Docenti di adeguata cultura, visto che la chimica può essere insegnata da persone che mai si sarebbero sognate di insegnarla. (architetti e odontotecnici).

Allora, bisogna fare subito qualcosa per salvare la faccia a livello internazionale!

Sul come rimediare si sta meditando da tempo, ma bisogna far presto! Nel prossimo numero si chiederà un aiuto a tutti gli insegnanti di buona volontà (ce ne sono tanti!) per selezionare in anticipo alcuni giovani promettenti per un allenamento introduttivo, da fare magari in dicembre, prima che gli esami di stato monopolizzino l'inte-

resse dei promettenti per materie diverse dalla chimica.

Il sottoscritto pensa di farsi carico di richiedere al Ministro un qualche riconoscimento sia per gli studenti che per i docenti che si dedicano ai Giochi e alle Olimpiadi della Chimica.

Fino ad ora le Olimpiadi sono state praticamente precluse ai liceali per la loro mancanza di conoscenze di pratica chimica. Un'idea può essere quella di coinvolgere maggiormente i licei. Con l'aiuto di Docenti Liceali e Universitari disponibili si potrebbero fornire a volontari interessati le nozioni extracurricolo necessarie. L'urgenza con cui deve chiudersi questa nota per un'immediata pubblicazione dei risultati impedisce di entrare in maggiori dettagli.

Per una completa visione delle graduatorie e dei risultati delle Olimpiadi vedi il sito web:

www.sci.ku.ac.th

Con il prossimo numero di CnS o con prossime circolari alle sezioni regionali si chiederà in modo esplicito e chiaro aiuto e collaborazione a tutti i Colleghi di buona volontà che insegnano anche nei Licei e nelle Università, oltre che negli Istituti Tecnici.

Mario Anastasia



Il team delle Olimpiadi sulla via del ritorno.

Da destra i Proff. S. Gori e M. Anastasia con la medaglia d'oro F. Evangelista, le medaglie di bronzo M. Luparia e A. Filpi e S. Passarelli.

Ossidazione del cicloesano in scala ridotta

Riassunto

E' descritta un'esperienza eseguita dagli allievi delle classi IV dell'indirizzo per Periti in Chimica Industriale in due anni successivi. Un'esercitazione di laboratorio di Chimica Organica messa a punto nell'anno scolastico 1997-'98, rivista e nuovamente verificata quest'anno.

La finalità dell'esperienza è stata quella di trovare le condizioni operative sperimentali tali da poterla eseguire completamente in una lezione di laboratorio, con la manualità e i tempi degli alunni.

Summary

Here below we describe an experience carried out by the students of the classes IV of Industrial Chemistry Course for two consecutive years. A lab experience of Organic Chemistry set up in the school year 1997-'98, revised and checked again this year. The purpose of the experience has been to find the experimental operative conditions in order to be able to carry it out completely in one lab session with students' manual dexterity and times.

1. Introduzione

La sicurezza, la quantità dei reagenti, la loro qualità, il tempo, lo smaltimento delle sostanze e il costo delle esercitazioni in macroscala non sono sempre gestibili in modo organico e omogeneo nell'attuale organizzazione scolastica[1].

I problemi sopra elencati si possono superare o comunque ridurre in modo notevole eseguendo esercitazioni in scala ridotta. Perché le esercitazioni siano manualmente e didatticamente

DARIO SANTEL
ANDREA SERAFINI (*)

valide, necessitano d'adeguate apparecchiature. Una riconversione alla dimensione micro con vetreria non adeguata, ha dato in molti casi risultati qualitativamente e quantitativamente poco accettabili. Inoltre, esperienze condotte su scala ridotta necessitano di fonti di energia adeguate [2]. L'utilizzo di Kit di apparecchiatura opportunamente studiate, che riproducono in scala ridotta le operazioni fondamentali utilizzate in macroscala, con un'opportuna sorgente di calore ha dato ottimi risultati. L'apparecchiatura è costosa. Questo è un deterrente per intraprendere in laboratorio esercitazioni su microscaletta. Inoltre, l'utilizzo richiede una manualità e un'attenzione matura.

Un attento esame del costo dei reagenti, dei solventi, dello smaltimento e una condizione di sicurezza maggiore, devono essere i fattori che inducono a una riconversione da macro a micro in molte esercitazioni di laboratorio. Una particolare attenzione è stata posta nella scelta del sistema di riscaldamento. Tra il bagno di sabbia su piastra magnetica riscaldante [3] e blocco di alluminio su piastra magnetica riscaldante [4]; il riscaldamento con blocco di alluminio risulta più rapido, più omogeneo e facilmente controllabile. Il blocco di alluminio è stato confezionato con la collaborazione degli studenti della terza classe Operatori Meccanici. Abbinato al foro del contenitore è stato praticato un foro per il bulbo del termometro e una fessura verticale per controllare il livello delle soluzioni senza dover interrompere il riscaldamento.

2. La sicurezza nei laboratori è la parte prioritaria.

In laboratorio s'impara a lavorare

bene quando si lavora in sicurezza. Il rispetto delle regole comportamentali [5] da parte degli alunni, il dovere degli insegnanti a farle rispettare, la conoscenza degli effetti sulla salute dei prodotti chimici usati, dei simboli di pericolosità, il significato delle indicazioni specifiche R (natura dei rischi attribuiti alle sostanze), S (consigli di prudenza riguardanti le sostanze) e la classificazione, sono i componenti che fanno della sicurezza una qualità del laboratorio e della scuola. La conoscenza delle caratteristiche chimiche fisiche e tossicologiche delle sostanze che sono usate e prodotte è condizione essenziale per la sicurezza. Alla base di ciò sono le indicazioni contenute nelle etichette. L'etichettatura dà i connotati e la dimensione della pericolosità. [6]. Docenti ed alunni devono essere in grado di individuare la pericolosità di una sostanza classificandola e quantificandola correttamente: non esistono sostanze assolutamente innocue, esistono solo modi non pericolosi di farne uso

Non si deve drammatizzare nell'uso delle sostanze chimiche, ma non si devono ignorare i possibili pericoli. La scheda di sicurezza, riguardante ogni sostanza chimica che è essenziale avere in laboratorio fornita dal rivenditore del prodotto, completa la conoscenza.

Il problema della sicurezza deve essere visto in modo integrato. Le nostre esperienze producono rifiuti tossici nocivi e quindi una gran cura deve essere posta nell'eliminazione degli scarti. E' proibito lo smaltimento attraverso il sistema fognario. Molte sostanze non si degradano facilmente con i normali impianti di depurazione delle acque reflue e perciò affluiscono nell'ambiente completamente inalterate. Occorre perciò evitare ad ogni costo lo smaltimento degli scarti scaricandoli nel lavandino.

Per l'eliminazione adeguata dei resi-

(*) I.T.I. M.C. "U. Follador",
via 5 Maggio, 16 - 32021 AGORDO
Tel. 0437 62015 - Fax 0437 63360
E-mail: follador@sunrise.it

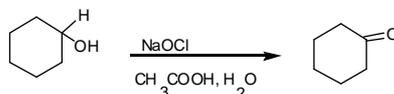
dui è necessario predisporre dei contenitori di raccolta resistenti all'attacco chimico da parte del contenuto. Devono essere ben chiusi e posti in luogo ben arieggiato. Gli scarti devono essere raccolti per lo smaltimento in contenitori separati secondo il tipo di sostanza chimica contenuta e devono essere chiaramente etichettati e forniti di appropriati simboli di pericolo a norma di legge.

Prima di spedire le inevitabili rimanenze di sostanze chimiche, miscele o altri prodotti correlati allo smaltimento è bene controllare se esiste la possibilità di riciclare con opportuni trattamenti (distillazione, separazione ...) o riutilizzare come reagenti per ulteriori sintesi.

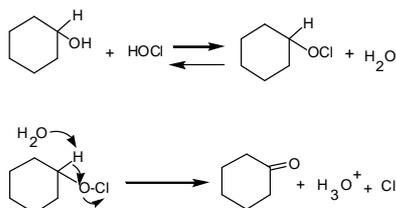
Per facilitare l'eliminazione, ogni prodotto (in alcuni cataloghi) è correlato alla voce "eliminazione" di un numero che si riferisce alla procedura consigliata per trasformare i prodotti suscettibili di reagire in derivati innocui, in modo da assicurare la raccolta e l'eliminazione sicura. Chi produce e provvede all'accumulo temporaneo di rifiuti tossico nocivi è tenuto al possesso di un apposito registro di carico - scarico. (D.P.R.915/1982-L.475/1988, art.3, comma 5, D.M. 26-1-1990, art.9, comma 3) sul quale dovranno essere annotate le fasi di smaltimento. Tale registro va vidimato presso l'Ufficio del Registro e conservato per cinque anni dalla data dell'ultima operazione.

Inoltre il Decreto Legislativo 8/11/1997 n.389 regola il rapporto tra produttori dei rifiuti tossico nocivi, la ditta trasportatrice e i soggetti autorizzati alle attività di recupero o di smaltimento. In quest'esperienza di ossidazione, abbiamo usato ipoclorito di sodio e non il Cr (VI) per due fondamentali motivi. Primo, l'ossidazione con ipoclorito non presenta problemi di eliminazione dei prodotti. Alla fine della reazione i prodotti sono il chetone desiderato e lo ione cloruro, non ci sono ioni metallici tossici presenti. Il Cr (III) prodotto utilizzando cromo (VI) è tossico. Secondo, la reazione con ipoclorito offre sostanziali vantaggi di sicurezza rispetto all'ossidazione acida del Cr (VI). Il cromo triossido e i suoi sali hanno un'azione corrosiva agli occhi e alle mucose. La concentrazione limite dei composti di Cr (VI) nell'aria è di 0.05 mg/m³. Fortunatamente, né il triossido né i bicromati sono composti volatili, ma la loro pericolosità è nota.

Inoltre per utilizzare quest'ossidante si deve ricorrere all'uso dell'acido solforico concentrato. La sola pericolosità che concerne l'utilizzo dell'ipoclorito nell'ossidazione è il cloro gassoso, che con un'attenta manualità, sotto cappa, è superata. La reazione è la seguente



Il meccanismo della reazione non è chiaro [7]. Non è una reazione radicalica; la reazione è più veloce in ambiente acido che in ambiente basico, il cloro elementare è presumibilmente l'ossidante e l'acido ipocloroso deve essere presente perché la reazione possa procedere. Esso può formare come intermedio l'alchil-ipoclorito estere che tramite un'eliminazione E2 dà il chetone e lo ione cloruro. Lo schema è il seguente:



3. Parte sperimentale

L'esperienza è stata eseguita da gruppi di due studenti utilizzando un kit di apparecchiatura per gruppo [ATTENZIONE! TUTTA LA PROCEDURA VIENE ESEGUITA SOTTO CAPP]. In un contenitore da 5 mL con ancorotta, contenente 150 mg di cicloesano e 160 mg di acido acetico glaciale, sono aggiunti sotto continua agitazione, goccia a goccia 4 mL di ipoclorito di sodio.[8]. Terminata l'aggiunta dell'ossidante, si riscalda per trenta minuti alla temperatura di 45°C. L'apparecchiatura usata è descritta in figura 1.

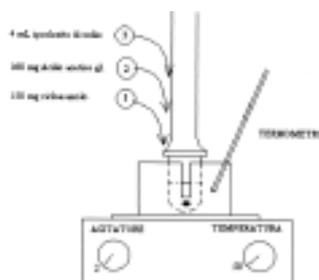
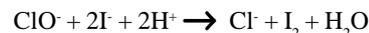


fig. 1

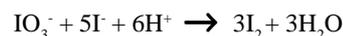
Alla fine, dopo il raffreddamento si controlla l'eccesso di ipoclorito. Si umidifica a tal fine un pezzetto di cartina all'amido iodurata e si pone una goccia della miscela di reazione. Il test risulta immediatamente positivo con soluzioni di ossidante diluite:



La prova può risultare negativa se si è in presenza di un'elevata concentrazione di ipoclorito in quanto lo ioduro è ossidato a iodato:



Tuttavia, ponendo ora una goccia di una soluzione di ioduro di potassio sulla stessa zona della cartina, appare la caratteristica colorazione azzurra dovuta all'interazione tra iodio e amido:



L'eccesso d'ipoclorito è eliminato con alcune gocce di una soluzione satura di sodio bisolfito:



Si aggiunge 1,5 mL di cloruro di metilene e dopo agitazione si procede alla separazione con una pipetta, prelevando lo strato inferiore che è disidratato facendolo percolare in una colonnina contenente 1 g di Na₂SO₄ anidro.

Si raccoglie l'eluato in piccolo contenitore precedentemente pesato. Si ripete l'estrazione con uno stesso volume di cloruro di metilene. Alla fine si fanno percolare alcune gocce di solvente estrattore nella colonnina unendolo alla fase organica.

Si esegue una distillazione scaldando il blocco di alluminio a circa 50°C per eliminare il diclorometano, inserendo, come indicato in fig. 2, sul con-

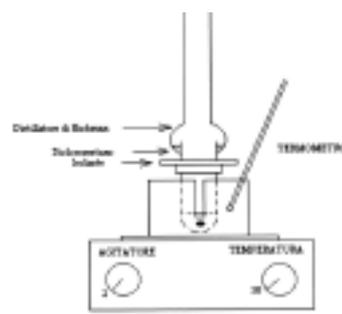


fig. 2

tenitore il distillatore di Hickman, avendo cura di porre un collare isolante (un pezzetto di legno opportunamente forato) per facilitare la condensazione dei vapori.

Nella tabella che segue sono riportati esempi di dati, riferiti ai reagenti ed ai prodotti delle reazioni citate, che è stato possibile determinare nell'ambito di una esercitazione.

COMPOSTI	PM	Quantità mg o mL	mmoli	p.cb. (°C)	Dens.	n_D^{20}	Costo £/L o £/Kg
Cicloesano	100,16	150	1,5	161	0,963	1,4641	51.000
Acido acetico glaciale	60,05	160		118	1,049		29.400
Ipcolorito di sodio (5%)			4				980
Cloruro di metilene				39	1,325	1,4244	20.600
Cicloesano	98,15	103		156	0,957	1,4507	
Sodio Solfato		1 g					27.300
Sodio bisolfito							31.900

L'etichetta posta sul contenitore dei reagenti riporta la classe di pericolo con il simbolo, una serie di cifre precedute dalla lettera Ro che indica la natura di rischi particolari insiti nell'utilizzazione della sostanza (frasi di rischio), una serie di cifre precedute dalla lettera S, che indica i consigli di prudenza. Le cifre separate da un trattino danno un'enunciazione separata dai rischi o dai consigli di prudenza. Se le cifre sono separate da una barra obliqua danno un'enunciazione combinata.

Cicloesano: Xn (sostanze nocive)
R: 20/22 Nocivo per inalazione e ingestione.

R: 37/38 Irritante per le vie respiratorie e la pelle.

S: 24/25 Evitare il contatto con gli occhi e con la pelle.

Acido acetico: C (sostanze corrosive)

R: 10 35 Infiammabile Provoca gravi ustioni.

S: 23 26 - 45 Non respirare i vapori In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico In caso di incidente o malessere consultare immediatamente il medico.

Ipcolorito di sodio: C (sostanze cor-

rosive)

R: 31 - 34 A contatto con gli acidi libera gas tossico - Provoca ustioni .

S: 26 28 In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente ed abbondantemente con acqua e consultare il medico.

S: 36 1,37 1 39 Usare indumenti protettivi e guanti adatti e proteggersi gli occhi e la faccia.

S: 45 In caso di incidente o malessere consultare immediatamente il medico.

Cicloesano: Xn (sostanze nocive)
R: 10 20 Infiammabile. Nocivo per inalazione.

Diclorometano: Xn (sostanza nociva)

R: 40 Possibilità di effetti irreversibili.
S: 23 Non respirare i vapori.

S: 24/25 Evitare il contatto con gli occhi e con la pelle.

S: 36/37 Usare indumenti protettivi e guanti adatti.

Sodio bisolfito: Xn (sostanza nociva)
R: 31 36 / 37 A contatto con acidi libera gas tossico Irritante per gli occhi e per la pelle.

S: 26 In caso di contatto con gli occhi e la pelle lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico

4. Conclusioni.

L'esperienza è stata eseguita in un tempo medio di ottanta minuti, con una resa del 77% in cicloesano.

Abbiamo completato la lezione di laboratorio, composta da tre unità di cinquanta minuti, con la discussione e la stesura di una breve relazione nel quaderno. [9]. Il costo totale dei rea-

genti utilizzati lo scorso anno e quest'anno è stato di mille e trenta lire.

Tutto il diclorometano (40 mL) utilizzato per l'estrazione è stato recuperato e conservato per un'ulteriore purificazione. La miscela acquosa salina residua (~ 80 mL) è stata posta nell'apposito contenitore per scarti dopo aver controllato e corretto il pH ai valori 7-8.

Un'esperienza semplice se vista come una delle molteplici esercitazioni di laboratorio. Complessa o meglio apparentemente complessa se vista nella sua globalità, come un'interazione tra sicurezza, esercitazione e ambiente. Questo è forse il modo più responsabile di considerare il laboratorio, dove contestualmente l'apprendimento, la sicurezza e i problemi ambientali s'integrano concretamente. Le esercitazioni in microscala ci possono aiutare, in quanto consistono in esercitazioni dove la qualità prende il sopravvento

Bibliografia

[1] E. Niccoli, *CnS-La chimica nella scuola*, (1977) **1,22**

[2] E. Niccoli, *CnS-La chimica nella scuola*, (1977) **3,87**

[3] D.VV. Mayo, R.M. Pike, S.S. Butcher, *Microscale Organic Laboratory*, Wiley, New York, 19890

[4] D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz, R.G. Eugel, *Introduction Organic Laboratory Techniques a Microscale Approach*, Saunders College Publishing, Philadelphia, 1990

[5] P. Fetto, M.Contento, *CnS-La chimica nella scuola*, (1977) **4,122**

[6] L. Lauri, *La sicurezza nei laboratori di chimica*, Pitagora Ed. Bologna, 1994

[7] J.R. Mohrig, D.M. Nienhuis, C.F.Linck, C. Van Zoeren. B.G. Fox, *J. Chem. Educ.*, (1985) **62**

[8] K.L. Williamson, *Microscale and Microscale Organic Experiments*, D.C. Health and Company, Lexington, 1994

[9] H.M. Kanare, *Writing the laboratory notebook*, ACS American Chemical Society, 1988

UNO SGUARDO
DALLA
CATTEDRA



Uno sguardo dalla poltrona

Premetto che vi parlo non come autore della rubrica ma identificandomi in quel prof un poco buffo che vi guarda dalla vignetta; un caso di dissociazione mentale? Forse.

Siamo in piena estate e lo sguardo è inevitabilmente sonnolento per il caldo e confuso per le goccioline di sudore che scorrono sugli occhi, non uno sguardo dalla cattedra quindi ma al massimo dalla poltrona di casa

Mi sento confuso, mi mancano gli stimoli insostituibili che traggo quotidianamente dall'ambiente scolastico, sento una grande nostalgia di quegli studenti brutti, sporchi e cattivi, si fa per dire, ai quali mi accorgo di essere terribilmente affezionato.

Hanno finito per divenire una ragione di vita: periodicamente sparisco, in quanto dichiarati maturi, portandosi via una fetta della mia esistenza!

Rischio di diventare lamentoso per cui debbo fare qualcosa.

Affondo la mano nel pacco di carta che giace ai piedi della poltrona e cerco di trarre ispirazione per qualche utile riflessione.

Dal pacco dei giornali pesco fuori appunto "Il Giornale" e l'occhio mi cade su di una intervista al grande astrofisico Tullio Regge il quale, sollecitato dal cronista, fa una serie di osservazioni da par suo sulle grandi scoperte scientifiche che hanno caratterizzato il secolo che sta per chiudersi.

Le sue citazioni riguardano la fisica delle particelle, l'astrofisica, la biologia molecolare e la chimica quantistica che egli a buon diritto considera fisica quantistica.

Di prettamente chimico nulla!

Nessun cenno alla sintesi dei polimeri isotattici che pure ha fruttato il premio Nobel a Ziegler e Natta; evidentemente attribuisce a questa cosa più

un significato tecnico e pratico che scientifico.

Mentre faccio queste malinconiche riflessioni, lo sguardo mi scivola su di un trafiletto a lato, sulla stessa pagina, dove viene ipotizzato con buone argomentazioni che Primo Levi non si sia suicidato ma sia morto accidentalmente.

La cosa m'interessa, ma ciò che mi colpisce negativamente è l'affermazione che Primo Levi in quanto "ingegnere chimico", se voleva uccidersi, conosceva ben altri mezzi piuttosto che buttarsi nella tromba delle scale. Quasi che la chimica serva soprattutto a fornire veleni.

A parte la superficialità psicologica dell'osservazione, rimango colpito dal termine "ingegnere", cerco di ricordare se Levi fosse un chimico o un ingegnere chimico, ma concludo che in ogni caso Levi professionalmente era un chimico a tutto tondo e che il suo livello intellettuale ha onorato tutta la categoria.

Cerco di capire quale necessità culturale o emotiva ha spinto l'autore del pezzo a esorcizzare la parola "chimico", antepoendo la parola "ingegnere" e declassando così il termine "chimico" da sostantivo ad aggettivo.

Chissà che cosa sarebbe diventato Borodin sotto la penna del nostro cronista, forse un farmacista. Infatti nell'immaginario collettivo a volte il farmacista sostituisce il chimico, d'altra parte rifletto sul fatto che in passato la chimica (o l'alchimia?) era soprattutto iatrochimica oppure metallurgia.

Si sa che la malinconia è perniciosa e prelude alla depressione ma a fronte di simili atteggiamenti come si deve sentire un chimico? Appunto, invisibile e depresso.

A questo punto mi ritorna in mente che tempo fa CnS ha pubblicato un articolo sui premi Nobel per la chimi-

ca del 1997 che, guarda caso, riguardavano delle ricerche biochimiche sull'ATP; subito dopo mi sovviene che CnS ha in preparazione un articolo sui premi Nobel per la chimica del 1998 che riguardano la chimica teorica, argomento più fisico che chimico. Conclusione, rischio di divenire lamentoso, sento che la malinconia aumenta.

Per distrarmi estraggo fuori, dal solito mucchio di carta, il programma della Conferenza Annuale 1999 sulla Chimica della Royal Society of Chemistry e mi metto a sfogliarlo.

Scorro il programma sicuro di trarne elementi di conforto ma l'occhio cade sull'elenco delle personalità invitate per le letture plenarie, ciò che mi colpisce è il tipo di formazione e le sedi dove operano queste persone.

Su sei scienziati invitati due operano in centri di ricerca medica ed altri due fanno ricerche biochimiche o attinenti a campi all'interfaccia con la biochimica e la fisica.

Come chimico di vecchio stampo comincio a sentirmi a disagio e ad avere una seria crisi di identità, cerco rifugio in una birra fresca, ma a causa del caldo mi addormento di un sonno popolato da incubi.

Sogno che la chimica è ridotta ad essere un "puro linguaggio interpretativo della realtà materiale in termini microscopici", linguaggio che viene di volta in volta dato in "leasing" al biochimico che si occupa di microstrutture, all'ingegnere che si occupa di nuovi materiali, all'ambientalista che si occupa d'inquinamento, all'analitico strumentale che mette a punto nuove apparecchiature.

Sogno inoltre una strada a fondo chiuso dove si trova un vecchio edificio polveroso sulla cui facciata è ancora possibile decifrare l'impronta lasciata da una insegna dismessa: vi si legge Chimica Generale.

Ma il peggio deve ancora venire: sogno che la sede centrale della SCI rischia la bancarotta perché il governo ha deciso di affidarle il risanamento del Debito Pubblico...

A questo punto mi sveglio in un lago di sudore.

Ermanno Niccoli



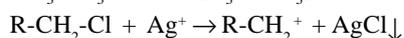
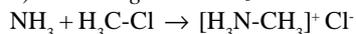
Sull'analogia tra agenti nucleofili e basi di Lewis

Caro Direttore, dietro sollecitazione del collega Roberto Soldà, vorremmo sottoporLe una questione di natura didattica, sorta durante l'insegnamento in una classe della Sezione Operatori Chimico-Biologici dell'IPSIA "G. Ceconi" di Udine, alla quale abbiamo creduto di poter dare un certo tipo di risposta.

Al fine di verificare l'apprendimento dei principali meccanismi delle reazioni organiche, abbiamo utilizzato questionari comprendenti, oltre a quesiti a scelta multipla, la seguente serie di domande aperte:

- 1) Scrivere il meccanismo delle reazioni che permettono di trasformare un alogenuro alchilico (scelto liberamente da voi) in alcool ed in alchene, classificando quindi tali reazioni.
- 2) Scrivere il meccanismo di una reazione che permetta di trasformare il benzene in un suo derivato monosostituito, classificare poi tale tipo di reazione.
- 3) Perché nelle reazioni di addizione nucleofila al carbonile delle aldeidi e dei chetoni si può affermare che il gruppo carbonilico si comporta da acido di Lewis?

4) Nelle seguenti reazioni:



identificate:

- a) il nucleofilo
- b) l'elettrofilo
- c) la specie "attaccante"
- d) la specie "attaccata" (substrato)
- e) la specie uscente.

5) Come sono classificati i reagenti attaccanti nelle reazioni organiche e come vengono classificate le varie reazioni organiche?*

La correzione delle risposte alla prima ed alla seconda domanda presentò una gamma di risposte più ampia di quanto previsto.

In particolare alcune risposte denotavano una classificazione delle rea-

zioni organiche sulla base dei concetti generalizzati di acido-base.

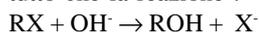
Pertanto, nella fase del ripasso e del recupero, si ritenne utile approfondire il collegamento tra chimica organica e chimica generale, rivisitando soprattutto i principali meccanismi delle reazioni organiche in base alla teoria acido-base di Lewis.

In tale modo ad esempio, si sono considerate, in senso ampio, le sostituzioni nucleofile al carbonio saturo e insaturo e le β -eliminazioni come reazioni di spostamento di basi di Lewis, e le sostituzioni elettrofile del benzene come reazioni di spostamento dell'acido di Lewis H^+ ad opera di un altro generico acido di Lewis E^+ .

Inoltre per rafforzare anche dal punto di vista sperimentale l'analogia, secondo la teoria di Lewis, tra una reazione di neutralizzazione acido-base ed una reazione di sostituzione nucleofila di un alogenuro alchilico, si è messa a punto una esperienza che si è rivelata utile anche per chiarire alcuni concetti relativi alle titolazioni acido-base.

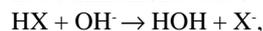
Analogamente ad una titolazione acido-base, si è monitorata con un piaccemetro la variazione del pH di una soluzione di cloruro di *terz*-butile in seguito all'aggiunta progressiva di NaOH^* .

Il grafico ottenuto, simile a quello di una curva di titolazione acido debole-base forte e riportato nella figura allegata, ha messo in evidenza anzitutto che la reazione:



si può interpretare, alla stregua di una

neutralizzazione acido-base:



come una reazione di spostamento della base debole X^- , dal complesso coordinato RX (HX), mediante la base forte OH^- .

Inoltre ha messo in luce il fatto che, nel caso del cloruro di *t*-butile e nelle condizioni sperimentali riportate, si ha senz'altro uno stadio lento di dissociazione di RX . Infatti il tratto ascendente della curva ottenuta si ottiene molto prima di quanto si avrebbe se si trattasse di una titolazione normale.

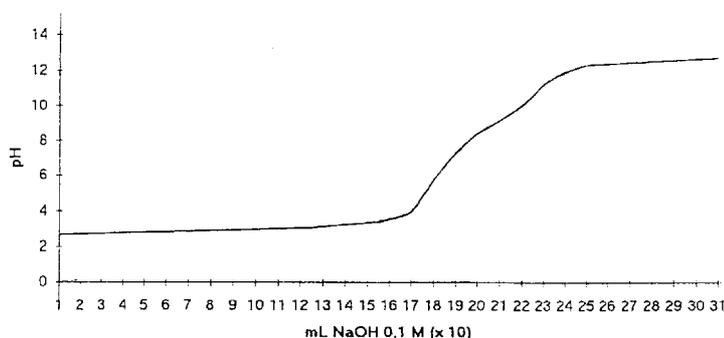
Ci siamo inoltre chiesti se, in questo caso particolare, il meccanismo di reazione coinvolga due stadi, il primo dei quali, dissociazione del *t*-butil cloruro, più lento rispetto al secondo.

Alla terza, alla quarta ed alla quinta domanda, la maggioranza degli allievi ha risposto in generale come previsto nella fase di elaborazione dei quesiti stessi.

Le domande aperte hanno dimostrato che su molti concetti, anche apparentemente di facile apprendimento e dati come acquisiti, è necessario insistere. Così, in questo caso, è stato necessario ribadire che le frecce curve adoperate per descrivere i meccanismi di reazione indicano il *movimento degli elettroni*, ma non descrivono il *movimento delle specie partecipanti alla reazione*.

A questo proposito abbiamo notato anche che è necessario chiarire i "criteri" per l'identificazione del substrato e del gruppo attaccante in una rea-

Aggiunta progressiva di NaOH a cloruro di *terz*-butile



* L'esperienza era stata effettuata a temperatura ambiente e con le stesse modalità di una titolazione piaccemetrica, ponendo nel beker: 35 mL di acetone, 15 mL di H_2O , 1 mL di *terz*-butilcloruro e nella microburetta: NaOH 0,1 M.

zione organica. Cioè:

-Se ambedue i reagenti hanno energia comparabile, allora generalmente si considera come gruppo attaccante il nucleofilo.

-Se invece i due reagenti hanno ener-

gia diversa, generalmente si considera come gruppo attaccante la specie più energetica.

Saremo lieti di ricevere pareri e suggerimenti sulle questioni poste ed approfittiamo della presente per sollecitare i colleghi ad esporci le loro questioni affinché possano divenire patrimonio comune.

**Livia Mercato
Francesco Temi**

Per ragioni di competenza, ho chiesto al prof. Giovanni Torre, ordinario di Chimica Organica nell'Università di Modena e Reggio Emilia, di rispondere alla presente lettera. Lo ringrazio per aver aderito alla mia richiesta.

Paolo Mirone

Pur apprezzando le intenzioni e il valore didattico della verifica formativa di chimica organica applicata dagli Autori, non mi sento di condividere le osservazioni sulle reazioni organiche e sul loro meccanismo, così come sono riportate nella lettera. Ame sembra infatti che queste osservazioni, più che chiarire un concetto, lo rendano ancora più oscuro. In particolare, pur accettando l'analogia (formale) ivi indicata tra una reazione di neutralizzazione acido-base ed una reazione di sostituzione nucleofila di un alogenuro alchilico, non mi sembra si faccia cenno al fatto che nel primo caso siamo nella sfera termodinamica della reazione (equilibrio quasi istantaneo), mentre nel secondo caso siamo nella sfera cinetica. Inoltre, proprio nel caso citato della monitorizzazione della variazione del pH di una soluzione di cloruro di terz-butile in seguito all'aggiunta progressiva di NaOH, non mi sembra si tenga conto del fatto che in queste condizioni di forte basicità si ha in prevalenza β -eliminazione e non sostituzione (per quest'ultima è sufficiente la sola acqua, via carbocatione terziario). Ne risulta che il grafico stesso è indicativo di un meccanismo molto più complesso rispetto all'andamento classico acido-base.

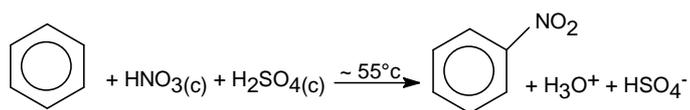
Giovanni Torre

Le sintesi organiche giocando a carte

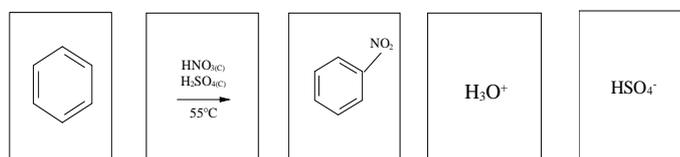
Il fatto di imparare giocando [1], seppure non nuovo per la pedagogia, non è certo usato nella pratica dalle nostre scuole. Non è facile trasformare la fatica di imparare in gioco, come non è facile trovare un metodo allo scopo. Noi abbiamo individuato nel gioco delle carte un sistema che può essere utile. Tra i vari capitoli fino ad ora studiati, relativi al programma di CHIMICA ORGANICA – BIOCHIMICA e LABORATORIO relativo alla classe terza ad indirizzo PERITI in CHIMICA INDUSTRIALE, abbiamo scelto per applicare il gioco quello riguardante il benzene e le reazioni di sostituzione elettrofila aromatica [2].

Le principali sintesi relative al capitolo scelto sono scritte su dei cartoncini: le carte.

Esempio di una reazione: la nitratura



che viene scomposta su una serie di cartoncini, il cui numero varia a seconda della complessità.



Sono state in tal modo compilate cinquanta carte riguardanti esercizi relativi alla sostituzione elettrofila al benzene e a suoi derivati.

Il mazzo di carte così formato può essere usato per un gioco di gruppo o per fare solitari.

Il gioco-studio di gruppo può essere fatto da un numero di componenti variabile, come variabile potrebbe essere il numero di carte, il quale man mano che vengono svolti nuovi capitoli, può essere incrementato per assumere alla fine di un trimestre o di un anno scolastico sia il contenuto delle sintesi principali (obiettivi minimi), che sequenze di carte per reazioni più complesse e più stimolanti.

Tra le varie regole discusse e sperimentate, abbiamo alla fine formulato e applicato le seguenti:

a) mazzo composto da cinquanta car-

toncini;

b₁) un giocatore distribuisce le carte, cinque per ogni componente del gruppo (dopo averle opportunamente mescolate);

b₂) cinque carte sono poste sul tavolo, rivolte ai giocatori;

b₃) il resto forma il mazzo da cui prelevare nelle mosse successive.

Al giocatore che ha ricevuto per primo le carte spetta la prima mossa:

c₁) guarda se tra le carte che possiede è possibile avere subito la sequenza di una sintesi completa;

c₂) se sì, può "calare" le carte della sintesi;

c₃) se no, e se ha individuato una carta utile fra le cinque sul tavolo per completare o continuare o iniziare una reazione, la preleva sostituendola a una non utile che viene in tal modo "scartata" e posta sul tavolo a disposizione dei giocatori;

c₄) se tra le cinque carte sul tavolo nessuna è utile, ne può prelevare una

dal mazzo, scartandone di conseguenza una sul tavolo, dopo aver attentamente studiato le possibili futu-

re mosse.

Il giocatore non deve avere più di cinque carte in mano.

d₁) può infine, passare semplicemente il gioco al compagno di turno senza aver fatto nessuna mossa.

Le sintesi che si desiderano costruire possono essere più o meno complesse, cioè essere formate da tre fino a cinque carte.

Dopo aver "calato" una sintesi completa, si può dunque avere a disposizione per continuare due, una o nessuna carta.

Al proprio turno, il giocatore riprende prelevando un cartoncino dal tavolo o dal mazzo.

Vince il giocatore che all'esaurimento del mazzo e delle eventuali carte sul tavolo ha composto più sintesi. A parità di reazioni, è considerato il numero totale di carte usate per for-

mare le sintesi complete, premiando in tal modo chi le ha formulate più complesse. Il mazzo che abbiamo costruito relativamente a questa parte del programma comprende dodici sintesi base.

Nella descrizione delle regole abbiamo usato i termini "calare" e "scartare", termini del gioco delle carte dal quale abbiamo attinto le "nostre" regole.

All'atto della giocata (calata) gli altri giocatori possono ovviamente verificare o contestare la correttezza della mossa, e poiché la correlazione tra le varie carte consiste in una reazione chimica ben si vede come il gioco possa trasformarsi in una discussione di Chimica Organica.

Il giocatore dovrà cercare di progettare mentalmente una sintesi vincente, in base alle carte che ha in mano; occorrerà quindi che si liberi delle carte che non hanno collegamenti con la reazione che tende a costruire. Nel contempo deve memorizzare le carte che gli altri giocatori prelevano dal tavolo e scartano per intuire le sintesi che stanno componendo, in modo tale da dare valore ad una carta che non serve, ma che non si deve scartare per non favorire l'avversario. E' un gioco dove la memoria, dopo lo studio, si allena tra tante possibili combinazioni. Un sistema di misura, di valutazione di competitività tra studenti che rende meno noioso e più fruttuoso un ripasso, e il relativo rafforzamento dei concetti, un piccolo tonico e, perché no, un sistema per giocare il voto con l'insegnante.

[1] M.Ginanneshci, G.Olivieri - Passeri, Didattica delle scienze (1981), 91, 31.

[2] G. Valitutti, G.Fornari, M.T. Gaudo, Chimica Organica Biochimica e laboratorio Masson S.p.A, Milano, 1994, pp.73 - 95.

Andrea Serafini

I.T.I.M.C "U. Follador"
via 5 Maggio, 16
32021AGORDO (BL)
E-mail: follador@sunrise.it

Ancora sul concetto di mole

Prendendo spunto dall'intervento del prof. Lanza pubblicato sul numero di Maggio-Giugno, vorrei tornare, con alcune riflessioni, sull'editoriale del prof. Mirone riguardante il concetto di mole. Innanzitutto non condivido quanto espresso dal prof. Lanza: quello di mole è un concetto **realmente difficile** per gli studenti.

Esso è uno di quei concetti che si consolida nel tempo, con l'uso che ne rende sempre più chiara la natura e l'utilità (per non dire la necessità) per il chimico. Già per uno studente alle soglie della laurea esso sarà meno ostico che per una matricola. Infatti, in cinque anni, la mole sarà stata utilizzata tante volte e in tante diverse occasioni, da diventare non solo lo **strumento** indispensabile per manipolare le sostanze ed interpretare quantitativamente le modificazioni, ma **concetto** base per la costruzione del sapere e del lavoro quotidiano del chimico. Così non è, e non può essere, per gli studenti della secondaria superiore, perfino per quelli che, come negli ITIS ad indirizzo specifico, utilizzano la mole ogni giorno, per quattro anni di studi. La mole, nella scuola, resta comunque un artificio per gestire qualcosa, pur sempre, di *costruito*.

Essa non è, certo, l'unico concetto basilare di una disciplina scientifica ad essere percepito in tale modo. Basta infatti, pensare a quanto astratti e poco *immediati* restino i concetti/strumenti della *derivata* e del *logaritmo* (nello studio della matematica), quello di *intensità di corrente elettrica* (in elettrodinamica), persino quello di *energia* (in fisica). Non per questo, però, i matematici e i fisici hanno mai pensato di rinunciare a farne uso. Forse non si sono mai (o quasi) posti sufficientemente i problemi che, invece, da sempre muovono la ricerca del prof. Mirone (per quanti riguarda la Chimica): il problema della difficoltà e della correttezza nel loro apprendimento. Ma questo è un discorso diverso.

Tornando alla mole, mi sembra che tanto il prof. Lanza, quanto il prof. Mirone, nei loro interventi, non abbiano posto sufficientemente l'attenzione sul suo uso come *contatore di particelle*.

E' questo il vero *ponte* tra il mondo submicroscopico e quello macroscopico che la mole consente.

Sotto questo aspetto la mole non ha mai presentato, per i miei studenti, grossi problemi. Problemi che, invece, si presentano quando essa viene ripresentata come strumento per l'interpretazione quantitativa delle trasformazioni chimiche. E', quindi, la mole come *rapporto costante tra massa e massa molecolare* (o molare) ad essere percepito con difficoltà. D'altronde è in questo caso che la mole (o, meglio, il *numero di moli*) non è sempre uguale. Nel caso precedente lo è, qualsiasi sostanza si confronti.

La ricerca sulle difficoltà nella didattica della mole dovrebbe concentrarsi anche su questo problema, un po' troppo trascurato, a mio giudizio.

Fermo restando che la mole resta sempre, per la sua stessa definizione, la misura di quante particelle ci sono in un dato campione di sostanza (o di materia), perché voler rinunciare a questo suo uso? Essa è, pur sempre, una unità di misura, non una grandezza, e la grandezza che essa misura è proprio la **quantità di materia**. Perché voler rinunciare alla precisione?

Non hanno senso, a mio giudizio, motivazioni quali: <<...perché è poco pratica...>> o <<...perché i chimici continuano a non farne uso...>>. Anche il *kelvin* ha incontrato molte difficoltà per scrollarsi di dosso la denominazione di *grado kelvin* e oggi, finalmente, questa locuzione è sempre più in disuso.

Infine, <<...perché non adottare un termine ... più pratico come *quantità chimica*?>> si chiede il prof. Mirone. Semplice, perché sarebbe epistemologicamente errato!

La mole misura la quantità (intesa come unità elementari) della materia, a prescindere dalla sua utilizzazione in operazioni chimiche. La materia è, non è chimica, fisica, biologia, o altro. Sarebbe come dire: *molecole chimiche*, o differenziare *elettroni chimici* (quelli di legame) da *elettroni fisici* (quelli trasportatori della corrente elettrica). Con tanti malintesi su cosa sia chimico e cosa non lo sia, aggiungere un altro elemento di confusione mi sembra poco pratico, oltre che poco corretto, sia scientificamente, che epistemologicamente. Per non dire didatticamente.

Nicola Precchia

Via Ranzani, 5¹⁰ 40127 - Bologna

Segnalazioni



Pietro Lanza

"Quesiti ed Esercizi di Chimica Analitica", Patron Editore-Bologna 1998; vol. di 104 pag. + V, £.12.000

Gianni Fochi

"Il Segreto della Chimica-viaggio tra gli 'elementi' del nostro universo", Longanesi & C.- Milano 1999; vol. di 297 pag., £. 30.000

137



— XI Congresso della Divisione di Didattica della SCI —
Bari 12 - 16 dicembre 1999

ASSEMBLEA DEI SOCI

L'Assemblea Generale dei Soci della Divisione è convocata martedì 14 dicembre alle ore 20.30 presso l'Hotel Ambasciatori di Bari
(sede del congresso)

PROGRAMMA IN SINTESI

Domenica 12 dicembre dalle 15.00 alle 18.00 Registrazione dei Partecipanti, ore 19.00 Cocktail di benvenuto

I lavori del Congresso prevedono quattro **conferenze plenarie** (ad invito), una al giorno, **comunicazioni e interventi orali** e una **sessione poster**. **Cena sociale**, mercoledì 15 ore 21.00

Il programma definitivo disponibile su internet, sito web: <http://www.chimica.uniba.it/congressi/edichem99>, sarà inviato a coloro che hanno formalizzato l'iscrizione.

NOTIZIE UTILI



I Congressisti che giungono **in treno** possono prendere dalla Stazione Ferroviaria gli autobus **18, 21 o 22** e chiedere al conducente la fermata più vi-

cina alla sede del Congresso (Hotel Ambasciatori, via Omodeo 51).



Coloro che giungono **in aereo** possono prendere dall'aeroporto l'autobus **AMTAB 16** fino alla Stazione Ferroviaria, quindi seguire le indicazioni date per l'arrivo in treno.

SISTEMAZIONE ALBERGHIERA

La prenotazione alberghiera è a cura del singolo Congressista. Si consiglia di effettuare la prenotazione alberghiera entro il 15 novembre '99

HOTEL AMBASCIATORI ****

SEDE DEL CONGRESSO

Via Omodeo, 51

tel. 080.5010077 fax 080.5021678

compresa la prima colazione

camera **singola L.120.000**

camera **doppia L. 100.000** (per persona)

HOTEL MODERNO ***

Via Crisanzio, 60

tel. 080.5213313 fax 080.5214718

solo pernottamento

camera **singola L. 60.000**

camera **doppia L. 95.000**

camera **doppia uso singola L. 85.000**

HOTEL ADRIA**

Via Zuppetta, 10

tel. 080.5246699 fax 080.5213207

solo pernottamento

camera **singola L. 70.000**

camera **doppia L. 110.000**

camera **doppia uso singola L. 100.000**

HOTEL ORCHIDEA**

Via Giulio Petroni, 11-12

tel. 080.5421937 fax 080.5429643

solo pernottamento

camera **singola L.60.000**

camera **doppia L. 90.000**

camera **doppia uso singola L. 75.000**