

Giornale di Didattica della Società Chimica Italiana

<http://www.sci.uniba.it>
<http://www.ciam.unibo.it/didichim>

CnS

LA CHIMICA NELLA SCUOLA



LA TEORIA
DEI
QUATTRO ELEMENTI

INTERVISTA
A
ALEX H. JOHNSTONE

CONCETTO DI TRASFORMAZIONE
NELLA SCUOLA ELEMENTARE

III^a CONFERENZA NAZIONALE
I^a CIRCOLARE



Società Chimica Italiana

Anno XXIV
Marzo - Aprile 2002

Direttore responsabile

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

Redattore

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

Comitato di redazione

Liberato Cardellini, Giacomo Costa (*Presidente della Divisione di Didattica*), Pasquale Fetto, Ermanno Niccoli, Raffaele Pentimalli, Pierluigi Riani, Paolo Edgardo Todesco

Comitato Scientifico

Luca Benedetti, Aldo Borsese, Carlo Busetto, Rinaldo Cervellati, Luigi Cerutti, Giacomo Costa, Franco Frabboni, Gianni Michelon, Ezio Roletto, Eugenio Torracca

Editing

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

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. 068549691 fax 068548734
E-mail: soc.chim.it@agora.stm.it

Copyright 1995 Società Chimica Italiana

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

La riproduzione totale o parziale degli articoli e delle illustrazioni pubblicate in questa rivista è permessa previa autorizzazione della Direzione

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

Editore

SCI - Viale Liegi 48/c - 00198 Roma

Stampa

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

SOMMARIO

EDITORIALE

Il professore e l'autista: ovvero il gioco delle parti
di *Pasquale Fetto* **41**

DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

La teoria dei quattro elementi: **43**
Un modello operativo di materia
di *Liliana Mammino*
The four elements theory:
a dominant model of matter. *Abstract*

ESPERIENZE E RICERCHE

Analisi dello sviluppo del concetto di trasformazione
nel periodo della scuola elementare **48**
di *Pierluigi Riani*

Analysis of the development of the transformation
concept at the elementary school level. *Abstract*

L'evoluzione del pensiero nello studio
delle reazioni di sostituzione elettrofila aromatica **53**
di *Maurizio D'Auria*

Thought evolution in the study of electrophilic
aromatic substitution reactions. *Abstract*

HIGHLIGHTS

Intervista a Alex H. Johnstone **57**
di *Liberato Cardellini*

LABORATORIO E DINTORNI

Studio della formazione di sostanze insolubili **61**
di *Ermanno Niccoli, Pasquale Fetto*

RUBRICHE

UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA
Il rigetto del cambiamento **65**

LETTERE **66**

ACHILLE E LA TARTARUGA **67**
Primo passo: i motori di ricerca

DALLA DIVISIONE **69**
LIBRI **47**

DALLA S. C. I. **III Cop**
Comunicato

Il professore e l'autista: ovvero il gioco delle parti

Un curioso aneddoto, forse già noto, è emblematico per comprendere il rapporto che intercorre fra i media e il pubblico (lettori o ascoltatori).

“Un professore, stanco di ripetere il testo di una sua relazione, decide di coinvolgere il suo autista che da sempre ha assistito alle sue conferenze; accertatosi che l'autista sia in grado di sostituirlo nella sua dissertazione gli propone la sostituzione. Il professore vestito da autista e l'autista vestito da professore si recano quindi nel luogo della conferenza. L'autista inizia la relazione mentre il professore la segue seduto nell'ultima fila. Terminata la conferenza un uditore fa una domanda alla quale il relatore non sa rispondere; tuttavia non si perde d'animo e risponde in questo modo: “la domanda che lei mi ha posto è talmente banale che le può rispondere persino il mio autista seduto nell'ultima fila”.

Tutti gli aneddoti nascondono una morale, ed anche questo ne ha ovviamente una o più di una.

Sostituiamo al pubblico della conferenza i lettori dei giornali, al professore il docente di discipline scientifiche e all'autista il giornalista; leggiamo quindi l'aneddoto nella sua seconda parte, per intenderci dal momento in cui inizia la relazione.

In questa chiave di lettura tutto potrebbe funzionare, purtroppo il giornalista-autista non coinvolge il docente-professore e insiste nel rivolgersi direttamente al lettore.

E' questa esattamente la procedura seguita dalla maggior parte dei giornalisti che finiscono in questo modo per non essere nemmeno consapevoli del problema. Queste carenze vengono spesso accentuate dai titoli assurdi affibbiati agli articoli in sede di redazione, titoli che il più delle volte suonano eclatanti ed hanno il solo scopo di stuzzicare la curiosità.

Leggiamo sui giornali, a proposito delle SSIS (Scuole di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario), titoli di questo tipo: “Scuole, precari in rivolta” o “Scuola, i precari alzano la voce”, per citarne alcuni e questo la dice lunga ma, nel prosieguo degli articoli si giunge ad accuse ed insinuazioni del tipo: “abilitazioni regalate” o comunque “più facili da ottenere” rispet-

to a quelle ottenute con il classico concorso. Le accuse continuano: “scuole a pagamento”, “scuole per ricchi”. Certamente dietro queste accuse ci sono comprensibili risentimenti da parte dei precari “storici” per le inadempienze del Ministero.

Quale è dunque la realtà delle SSIS?

Per la prima volta in Italia, con le SSIS sono state istituite, citando il Coordinamento Nazionale Specializzati e Specializzandi delle SSIS, delle “palestre” in cui formare gli insegnanti, dove si impara ad insegnare. E' un provvedimento che da tempo si attendeva in Italia, ultima delle nazioni in Europa a creare una formazione iniziale dei docenti.

Le considerazioni di alcuni coordinatori delle SSIS e del Coordinamento Nazionale Specializzati e Specializzandi della SSIS, che per mancanza di spazio mi è impossibile citare, sono, per chi volesse prenderne visione, disponibili sul sito della Divisione <<<http://www.ciam.unibo.it/didichim>>>. Il dibattito continua, ma come spesso accade al di là delle comprensibili polemiche, sarebbe importante allargare una discussione telematica, vista la difficoltà che incontra una informazione corretta attraverso organi di stampa.

Tutte le attività che coinvolgono la scuola per la loro complessità e delicatezza necessiterebbero di una attenta analisi da parte di coloro che sono preposti all'informazione; un paese civile e democratico dedica molta attenzione ai problemi legati all'istruzione del cittadino ed è compito delle Associazioni come la nostra, al di là della loro specificità disciplinari, attivarsi per concordare un'azione comune ponendo l'accento sulla professionalità dei docenti e sull'etica insita in tale professione.

Mi rendo conto che già nel passato iniziative di questo genere non hanno portato a risultati positivi ma, è pur vero che se si continua a “piangere” e “lamentarsi” invece di insistere nella giusta direzione non si otterrà nessun risultato.

Un'altra faccia dello stesso problema è rappresentato dalle “corbellerie” che leggiamo circa la nostra disciplina, periodicamente presenti sui media e in

televisione; corbellerie di cui è inutile continuare a discuterne tra di noi, anche se non è facile inserirsi nei meccanismi dell'informazione mantenendo il controllo della situazione.

Un esempio di meccanismi perversi è dato paradossalmente dall'interesse che il pubblico dimostra per le trasmissioni divulgative di tipo scientifico, interesse che scatena gli appetiti della pubblicità e degli imitatori.

Sulla scia del pur valido Piero Angela sono nate trasmissioni sempre più pseudoscientifiche, sempre più alimentate da futili chiacchiere e da atteggiamenti giocherelloni che non esitano a spargere a piene mani concetti grossolanamente abbozzati.

Rimane da farci una domanda curiosa: come mai i chimici non sono chiamati di norma a chiarire le questioni di natura chimica? Vediamo spesso i più svariati soggetti, fisici, biologi, alimentaristi, naturalisti,

agricoli e così via chiamati ad occuparsi di questa disciplina in apparenza orfana.

Forse perché la Chimica è patrimonio di altre discipline e quindi tutti i non chimici possono essere interpellati. O forse perché i chimici sono considerati gli "untori" dell'Ambiente?

Ma noi dobbiamo resistere: per quanto riguarda le "corbellerie", è in preparazione una pagina web sul sito della Divisione di Didattica dal titolo provocatorio: "*La vera Chimica*". Invito tutti i lettori a prendere visione della rubrica "*Specchio deformante*" tenuta da Gianni Fochi su "*Chimica & Industria*".

Ritengo sia utile ai Docenti visionare materiali per cogliere spunti da discutere con gli allievi cercando di farne dei "controdivulgatori". La divulgazione della cultura scientifica è una prerogativa della scuola di ogni ordine e grado.

III CONFERENZA NAZIONALE SULL'INSEGNAMENTO DELLA CHIMICA

Saperi e sapori della chimica - Il gusto di formare e informare



Divisione Didattica
Società Chimica Italiana



Sezione Sardegna
Società Chimica Italiana

Cagliari 10 - 11- 12 ottobre 2002

COMITATO SCIENTIFICO

Pietro Allevi
Eleonora Aquilini
Fausta Carasso Mozzi
Rosarina Carpignano
Luigi Cerruti
Giacomo Costa
Patrizia Dall'Antonia
Pasquale Fetto
Maria Vittoria Massidda
Paolo Mirone
Ermanno Niccoli
Fabio Olmi
Tiziano Pera
Pierluigi Riani



COMITATO ORGANIZZATORE

Ivana Cocco
Franco Cristiani
Valentina Devoto
Bruno Ferino
Maria Vittoria Massidda
Carmen Mascia
Cristina Mereu
Tiziana Pivetta
Maria Grazia Scarpa
Sergio Torrazza

La Teoria dei Quattro Elementi: un modello operativo di materia

Riassunto

La teoria dei quattro elementi costituì il modello di materia dominante nell'antichità e per tutto il Medio Evo europeo e oltre, fino a che la scoperta che l'acqua è un composto e l'aria una miscela la resero definitivamente obsoleta. Il considerarne, sia pure a grandi linee, la funzione come modello di materia e l'utilizzazione a livello interpretativo diviene una parte interessante di qualunque discorso sulla storia della chimica. Di essa sopravvive, nella chimica moderna, il concetto di elemento, che può essere considerato il suo più grande contributo storico.

Abstract

The four elements theory: a dominant model of matter

The four elements theory was the dominant model of matter in ancient Greece and Rome, then throughout the European Middle Ages and beyond, until the discovery that water is a compound and air is a mixture made it definitely obsolete. An overview of its role as a model of matter and of its utilization at interpretation level is expected to be an interesting component of any discourse on the history of chemistry. Its greatest historical contribution to modern chemistry is the very concept of element.

Introduzione

La presentazione agli studenti di aspetti importanti della storia della chimica può costituire una componente di particolare rilievo ai fini di favorire:

- una maggiore completezza dell'immagine che lo studente viene gradualmente a costruirsi riguardo alla chimica come scienza;

(*) Dipartimento di Chimica, Università del Venda, Sud Africa

LILIANA MAMMINO (*)

- una percezione migliore delle interazioni fra la chimica e le altre discipline;
- una comprensione più ampia e profonda del processo di generazione e sviluppo delle conoscenze e dell'approccio scientifico in generale. Tale funzione è svolta più pienamente se le informazioni mirano a un carattere di completezza (sia pure nei limiti consentiti dal tempo effettivamente disponibile). Al perseguimento dell'obiettivo di completezza appartiene anche il recupero di ipotesi, modelli e interpretazioni che hanno avuto particolare rilievo nel passato, e una rivisitazione che ne evidenzia i ruoli svolti allora e gli eventuali contributi che tuttora rimangono. Ancor più significativo è il recupero se riguarda aspetti che, a livello di curriculum scolastico, vengono incontrati in più di una disciplina, in quanto meglio si prestano a evidenziare la sovrapposizione (o confluenza) dei temi e dei risultati dell'indagine relativa alla materia, e la loro importanza come risposta a domande e prospettive diverse, ma correlate o complementari, nell'ambito di discipline diverse.

Il tema considerato nel presente lavoro riguarda un discorso che ha conosciuto vicende alterne, da una dominanza nata dal prestigio dei filosofi che lo avevano sostenuto e resa assoluta, in un'epoca posteriore, dall'imprimatur dell'autorità ecclesiastica (come parte di una forma di aristotelismo eletta a verità filosofica certa) a un oblio per cui nella maggior parte dei testi compaiono soltanto poche informazioni stereotipate, vuote del contenuto scientifico che un tempo le aveva animate. Si tratta dell'ipotesi dei quattro elementi.

L'ipotesi appartiene a un modello non-corpuscolare di materia (con la sola eccezione delle unità geometriche costituite dai quattro elementi, ipotizzate da Platone – Mammino, 1999), e questo stesso aspetto tenderebbe a farla vedere come un ramo morto rispetto al filone principale di quella linea di pensiero e di indagini che ha portato alla chimica moderna. D'altra parte, l'ipotesi ha conosciuto una dominanza fondamentale in tutta l'antichità (perché il prestigio di Aristotele – suo sostenitore - aveva relegato in secondo piano le ipotesi atomistiche), nel Medio Evo e, in versioni più o meno modificate, nell'alchimia e nella nascente chimica, fino a buona parte del secolo XVIII. La durata stessa di tale ruolo principe le assegna inevitabilmente una parte importante nella storia dei modelli di materia. Inoltre, la teoria ha apportato un contributo fondamentale al pensiero chimico con il concetto di *elemento*, confluito al momento opportuno nel modello atomistico e ad esso integratosi.

Visto il carattere della chimica come scienza, qualunque ipotesi o discorso che riguardi la natura della materia fa parte anche della storia della chimica, pur intersecandosi spesso con la storia di altre aree dell'attività culturale umana. Inoltre, il concetto di *elemento* appartiene tuttora alla chimica, e ciò rende ancor più legittima l'incorporazione della teoria dei quattro elementi nella storia della chimica e la sua riconsiderazione da un punto di vista più marcatamente *chimico*. In questa sede, si opta principalmente per un riesame degli aspetti e implicazioni operativi: dalle osservazioni che la fecero ritenere un'ipotesi ragionevole alla sua utilizzazione per spiegare le proprietà di sostanze e materiali, comprese quelle importanti dal punto di vista tecnologico. Si ritiene che proprio questi aspetti,

evidenziandone il carattere di risposta a esigenze di indagine teorica e di interpretazione di fenomeni osservati (sia pure nei limiti di conoscenze, apparati teorici e strumentazioni molto meno sofisticate delle nostre) rendono possibile considerarla un modello di materia nel senso moderno del termine.

Il risvolto educativo di tale riconsiderazione è ovvio. Da una parte, evidenzia le radici lontane della costruzione di modelli di materia, e mette in luce la possibilità di formulazione di ipotesi diverse in stretta associazione al tipo di domanda scelto come fondamentale nell'indagine (con un rapporto quasi di *determinazione* fra le domande considerate e il tipo di risposta articolata che dall'indagine risulta). Dall'altra parte mette in luce come, già allora, un modello non rimanesse una speculazione filosofica astratta, ma fosse a tutti gli effetti uno strumento per l'interpretazione di fenomeni e proprietà osservabili. Ciò, a sua volta, sottolinea una continuità di percorso storico del ruolo che la combinazione <<osservazioni – interpretazione delle osservazioni e formulazione di ipotesi – creazione di un modello - utilizzazione del modello a scopo interpretativo>> ha giocato e gioca nell'indagine scientifica. Inoltre, evidenzia come anche teorie che hanno finito col mostrarsi incapaci di interpretare osservazioni sperimentali fondamentali abbiano potuto contribuire al filone complessivo dell'evoluzione immettendovi concetti importanti, come, in questo caso, il concetto di *elemento*.

E' ovvio che non è possibile, nello spazio di un articolo, prendere in esame o discutere tutti i dettagli della teoria. Ci si limita quindi a una panoramica che, dopo un breve *excursus* storico, cerca di evidenziarne la natura di modello e gli aspetti più tipicamente operativi. Il tutto mantenuto nell'ambito di quanto si può offrire all'interno di un corso di chimica di base, e senza che ciò venga ad incidere in modo consistente sui tempi di lavoro programmati per il corso stesso.

Si può ancora sottolineare che si tratta di informazioni che, nelle scuole dove si studia anche filosofia, lo studente incontra, almeno in parte, nel corso di filosofia, quasi sempre senza che la loro simultanea appartenenza alla storia della chimica venga in luce. Negli altri casi, lo studente non

le incontra, e le radici lontane della creazione di modelli di materia gli rimangono sconosciute.

Il prelude: l'ipotesi di un elemento base

La teoria dei quattro elementi e, prima ancora, il concetto stesso di *elemento*, nacquero nell'ambito della ricerca sulla natura della materia, in relazione specificamente alla sua esistenza in quelle *forme* particolari, dotate di caratteristiche proprie e da queste identificate, che chiamiamo *sostanze*.

A differenza delle ipotesi atomistiche, nate dalla domanda "è possibile suddividere la materia senza limiti, oppure no?", la teoria degli elementi nasce dalla domanda se le sostanze che conosciamo sono effettivamente tutte non *scomponibili* in altre più semplici, oppure se alcune sostanze base siano responsabili della generazione di tutte le altre.

La seconda opzione fu quella che prevalse. Tale prevalere ha le sue radici in una constatazione fondamentale: la possibilità di trasformazioni da una sostanza a un'altra. Ad esempio, l'arte metallurgica mostrava che da certe rocce si potevano ottenere dei metalli e che, quindi, il calore della fornace in cui le rocce venivano trattate operava un cambiamento di sostanza. Indicazioni analoghe venivano da una varietà di altri fenomeni, sia in natura che nelle tecnologie allora in uso. Una volta appurato che alcune sostanze possono trasformarsi in altre, nasce la domanda se le sostanze che identifichiamo nel mondo intorno a noi non siano anche esse il risultato di trasformazioni. E, se lo sono, quante e quali quali sono le sostanze di partenza, quelle che si trovano all'inizio delle varie catene di trasformazioni che portano alle varie sostanze note?

Le ipotesi più antiche prevedevano un solo elemento: l'acqua per Talete, l'aria per Anassimene, il fuoco per Eraclito, e l'indefinito *apeiron* per Anassimandro.

Notiamo innanzitutto che l'idea di una sostanza unica che, trasformandosi in vari modi, poteva dare origine a tutte le altre, costituisce, fra le varie possibili, la risposta più *estrema* al quesito suggerito dalla constatazione della possibilità di trasformazione da una sostanza a un'altra, o l'interpretazione più *estrema* che si potesse dare alle corrispondenti osservazioni.

Notiamo anche che questi stessi filosofi propongono spiegazioni per la trasformazione della sostanza-base in quelli che più tardi saranno visti come i quattro elementi. Talete spiega come l'acqua, quando evapora, dia origine all'aria, e quest'ultima, a sua volta, al fuoco. Anassimene spiega come l'aria dia origine al fuoco quando raggiunge il massimo di rarefazione, all'acqua quando la sua densità aumenta, e alla terra quando la densità raggiunge il massimo. In altre parole, anche i filosofi che ipotizzavano un solo elemento-base sentivano la necessità di fare riferimento a quattro componenti importanti, e di spiegare come essi si originassero dall'elemento-base. Una semplice riflessione suggerisce che acqua, aria, terra e fuoco sono le forme di materia più diverse l'una dall'altra che siano individuabili facilmente in base all'esperienza comune e, al tempo stesso, abbiano un'importanza fondamentale nell'ambiente che ci circonda. Ciò ha probabilmente stimolato l'esigenza di spiegare come esse si originassero a partire dalla forma-base.

Il concetto di elemento come "Sostanza Semplice"

Il passo successivo fu quello di vedere queste forme come altrettante sostanze-base. Empedocle avanza l'ipotesi che le sostanze di base siano quattro: aria, acqua, terra, fuoco. La sua concezione di questi elementi e del loro ruolo ha una chiara connotazione *chimica*, in quanto essi:

- sono sostanze semplici, cioè non sono costituiti da altre sostanze;
- non possono trasformarsi l'uno nell'altro.

Si preoccupa anche di giustificare l'idea stessa che pochi elementi possano dare origine alla enorme varietà di sostanze che vediamo intorno a noi. E, in un mondo in cui la poesia era strumento efficace di spiegazione, lo fa con una similitudine, quella dei pittori che, quando dipingono le tavolette votive

... dopo aver preso con le loro mani le tinte multicolori, armonicamente mescolandole le une in misura maggiore, le altre in misura minore, da esse preparano forme simili a tutte le cose, componendo alberi, uomini, donne, fiere, uccelli e pesci...

E' facile riconoscere qui un'esigenza tipica dell'approccio scientifico: la necessità di giustificare la ragionevolezza delle ipotesi generali proposte.

Empedocle propone poi una serie di ipotesi sulla *composizione*, in termini dei quattro elementi, delle varie sostanze e dei vari oggetti, compresi gli esseri viventi. Questa è, alla luce del nostro modo di vedere il processo scientifico, la parte meno collegabile a possibilità di “validazione”. Non dobbiamo però dimenticare che, in mancanza di strumenti di analisi (che solo molto più tardi cominceranno a comparire nei laboratori degli alchimisti) l’unica possibilità che restava era quella di cercare di *indovinare* una composizione in base alle proprietà <<note>> (o ritenute tali) dei quattro elementi e della sostanza volta per volta considerata, e cercando di vedere in quale entità ciascuna delle proprietà degli elementi si mantenesse o si manifestasse in qualche modo in quelle della sostanza.

Questo aspetto evidenzia anche un altro problema fondamentale, che sarà oggetto di ampio dibattito per tutto il periodo corrispondente al lungo processo in cui la chimica si genererà dall’alchimia: la questione se le proprietà degli elementi permangono nel composto. La risposta della chimica moderna (a partire circa dal XVIII secolo) è negativa, ma il raggiungimento di questa conclusione ha richiesto secoli di indagini.

L’evoluzione delle giustificazioni

Platone accetta l’ipotesi dei quattro elementi e ne propone una giustificazione basata sulle proprietà che ritiene comuni a tutto ciò che è materia. Gli elementi vengono ad essere come i portatori (o i responsabili) delle proprietà. La materia è

.... *visibile e tangibile. E non c’è nulla che sia visibile dove non c’è fuoco, o tangibile senza solidità, e nulla è solido senza terra.*

Fuoco e terra sono come due estremi di una proporzione, incapaci di legarsi a formare le cose senza l’intervento di termini medi. E questi termini medi, che forniscono la coesione, sono l’aria e l’acqua. Il discorso geometrico-matematico interviene poi a dar conto della natura di ciascun elemento e delle trasformazioni di un elemento nell’altro (Mammino, 1999).

Aristotele parte dalle proprietà (o, come le chiama lui, *qualità*) e, anzi, assegna ad esse il ruolo fondamentale. Identifica quattro qualità *attive*, cioè capaci di provocare un cambia-

mento di qualità nelle sostanze e negli oggetti: esse sono le due coppie di qualità opposte caldo-freddo e secco-umido. Associandosi in coppie di qualità diverse ma non opposte, esse danno origine ai quattro elementi: fuoco (caldo + secco), aria (caldo + umido), acqua (freddo + umido) e terra (freddo + secco). La definizione di *elementi* è formalmente operativa: Definiamo gli elementi nei corpi come quelle cose in cui altri corpi vengono analizzati, che sono presenti in essi... ma che non possono essi stessi essere analizzati in costituenti diversi per specie.

In altre parole, se facciamo l’analisi di altre sostanze, troviamo che sono costituite dai quattro elementi, ma se facciamo l’analisi di uno degli elementi, troviamo soltanto quell’elemento. Da un punto di vista formale, e con solo riferimento al concetto di *elemento* (non certo all’identificazione delle sostanze da considerare elementi) la definizione è accettabile anche per la chimica moderna. L’ostacolo operativo che si poneva ai tempi di Aristotele, e per molti secoli successivi, era la mancanza di tecniche che consentissero di effettuare *l’analisi* in pratica. In effetti, il concetto di analisi come serie di prove da effettuare in un laboratorio era ancora di là da venire: il laboratorio stesso non esisteva (saranno gli alchimisti a inventarlo).

Come già ricordato sopra, *l’identificazione* della *composizione* si riduceva a un esame delle proprietà di una sostanza o di un materiale, accompagnato dal tentativo di spiegarle in base a combinazioni plausibili delle qualità inerenti a ciascuno degli elementi. A scopo illustrativo, si possono considerare esempi particolarmente semplici: una sostanza brucia facilmente se in essa predomina l’elemento fuoco, è liquida se in essa predomina l’elemento acqua; quando invece predomina l’elemento terra, la sostanza è solida e molto pesante (come nel caso delle pietre).

L’estensione agli esseri viventi

I quattro elementi sono anche i costituenti degli organismi viventi. La malattia è provocata da un loro squilibrio in quanto questo significa cambiamento della composizione e, di conseguenza, anche cambiamento delle qualità. Rileggiamo Platone:

Ci sono quattro nature delle quali è

costituito il corpo – terra e fuoco e acqua e aria – e l’eccesso o difetto naturale di una di esse, o lo spostamento di qualcuna di esse dal suo luogo naturale....o altre simili irregolarità producono disordine e malattia. Perché quando uno degli elementi viene prodotto o cambiato in un modo che è contrario alla natura, le parti che prima erano fredde diventano calde e quelle che erano secche diventano umide,... e avvengono tutti i generi di cambiamenti

Poi spiega che un eccesso di fuoco causa calore continuo e febbre, un eccesso di aria febbri quotidiane, etc. La cura delle malattie mira a ristabilire l’equilibrio alterato. Secondo Galeno, le medicine devono avere qualità opposte a quelle della malattia da curare. Ad esempio, per la febbre, considerata una malattia *calda*, consiglia medicine *fredde*.

Mutatis mutandis, il principio del mirare a ristabilire un equilibrio è valido anche nella medicina moderna, anche se l’equilibrio non riguarda più le qualità, né i soli elementi, ma ciascuna della enorme miriade di sostanze che intervengono nei processi tipici degli organismi viventi. Un esempio illustrativo semplice da presentare può essere quello dell’*equilibrio* relativo alle vitamine, e dei danni che l’allontanamento dall’equilibrio (per eccesso o per difetto) comporta.

L’estensione alla Tecnologia

Le tecnologie usano materiali. Ciascun materiale ha le sue proprietà. Tali proprietà dipendono dalla composizione del materiale stesso.

Questa serie di affermazioni è vera anche oggi. Ad esempio, dosaggi accurati e selezionati dei componenti cambiano le proprietà di un acciaio o di un cemento nella direzione voluta.

Un discorso secondo linee analoghe veniva fatto anche quando gli elementi ipotizzati erano solo quattro. Esempi particolarmente significativi si trovano nel *De Architectura* di Vitruvio. Prima di discutere delle proprietà dei vari materiali da costruzione, egli richiama le teorie dei filosofi greci riguardo alla materia, perché ritiene che non sia possibile comprendere le proprietà di questi materiali se non in termini delle spiegazioni sulla materia date *dai fisici*. Possiamo rileggere la descrizione delle proprietà di vari tipi di legno, in relazione agli usi che se

ne fanno nelle costruzioni e con l'interpretazione in termini dei quattro elementi:

L'abete, che contiene in grande proporzione fuoco e aria, e in bassa proporzione acqua e terra, è costituito dagli elementi più leggeri e quindi non è pesante. .. Ma, poichè contiene in sè un eccesso di calore, produce facilmente tarli, e ne viene danneggiato; per lo stesso motivo, prende anche fuoco rapidamente....

La quercia, costituita soprattutto da principi terrosi e contenente poca acqua, aria e fuoco, quando viene usata per opere nel terreno ha durata illimitata. Se viene a contatto con l'acqua, non avendo porosità a causa della sua compattezza, non può assorbire umidità, ma si difende dal liquido contorcendosi, e provoca così delle crepe nelle costruzioni in cui viene impiegata....

Il pioppo bianco e nero, il salice, il tiglio, la vite, che contengono fuoco e aria in grande quantità, acqua in quantità media, e solo poca terra, con una composizione che li porta ad essere leggeri, hanno una eccellente resistenza in opera...

L'ontano... ha caratteristiche eccellenti. E' costituito soprattutto da aria e fuoco, con non molta terra e poca acqua. Perciò nei luoghi paludosi, piantato nel terreno sotto l'acqua per le fondazioni delle palafitte, assorbe quel po' di acqua di cui la sua composizione è in difetto e dura in eterno e sostiene pesi enormi senza alterarsi...

Non sono questi gli unici legni presi in considerazione da Vitruvio. Ma i passi appena visti già mostrano chiaramente l'associazione fra le teorie fisiche di quel tempo e le proprietà tecnologiche evidenziate dall'esperienza, in un atteggiamento che è fondamentalmente quello tipico dello scienziato applicato in qualunque epoca. L'atteggiamento stesso è più generale delle teorie o dei modelli specifici. Questi ultimi cambiano con il cambiare delle conoscenze e degli strumenti che permettono di generarle. Ma il ricorso ai modelli esistenti per spiegare e interpretare proprietà e fenomeni osservati in ambito tecnologico rimane una componente fondamentale attraverso la storia e attraverso l'avvicinarsi di modelli, la sostituzione di modelli più completi a quelli precedenti, e tutti i cambiamenti di visione globale della materia e della

natura che ad essi si associano.

L'abbandono della teoria e la sua eredità più importante

Come detto all'inizio, la teoria dei quattro elementi rimane dominante fra i filosofi per tutti il Medio Evo e oltre. Entra anche nell'alchimia. Jabir, e molti altri dopo di lui, interpretano i componenti ottenuti dalla distillazione di materiali organici in termini dei quattro elementi. Paracelso, che nel XVI apporta una rivoluzione nel modo di pensare e operare dell'alchimia, riduce gli elementi a tre e li identifica in modo diverso: mercurio, sale e zolfo. Alchimisti successivi e parecchi fra i primi chimici discutono sul numero degli elementi, se tre, o quattro, o cinque. Seguire più dettagliatamente le ipotesi sugli elementi, e sulla corrispondente composizione delle sostanze, succedutesi nel corso dell'evoluzione dell'alchimia esulerebbe però dagli scopi del presente lavoro, che si incentra sulla natura di modello con caratteri operativi della teoria dei quattro elementi e, pertanto, considera la teoria stessa nella sua forma più basilare (quella che ha poi finito con l'essere percepita come parte integrante dell'impostazione aristotelica). Tali caratteri operativi appaiono particolarmente evidenti proprio nei secoli in cui la teoria nacque, nell'antichità classica. Allora lo studio della materia apparteneva alla filosofia e la chimica non era ancora nata, ma già si delineava chiaramente il ruolo dei modelli di materia nell'interpretazione di fenomeni e proprietà, in una prospettiva in cui il modello era contemporaneamente frutto dell'osservazione e della riflessione (non ancora dell'esperimento) e strumento per ulteriori interpretazioni.

Con la fine del Medio Evo inizia anche il declino della teoria. Dopo la scoperta del manoscritto del poema di Lucrezio nel 1417, si era andata rapidamente affermando l'ipotesi atomista-corpuscolare della materia. Proprio alcuni fra i sostenitori più convinti dell'ipotesi corpuscolare finirono con l'essere piuttosto scettici riguardo all'incorporazione del concetto di *elemento* nella chimica, allora in fase di "generazione" come scienza con una identità specifica. Boyle dà una definizione di *elementi* come sostanze semplici, non costituite da altre sostanze, ma esprime anche perplessità riguardo al fatto che

sia veramente necessario ipotizzare l'esistenza di elementi

Non c'è una grande necessità che la natura abbia sempre a disposizione degli elementi, con i quali fare quei corpi che noi chiamiamo misti (dove i *corpi misti* sono i composti). D'altra parte, il peso della tradizione rimaneva forte, al punto che ancora nella seconda metà del secolo XVIII i trattati di chimica includono la teoria dei quattro elementi, pur utilizzandola sempre di meno a livello di interpretazione dei fenomeni.

Negli ultimi decenni del XVIII secolo Scheele dimostrò che l'aria è una miscela e Lavoisier dimostrò che l'acqua è un composto. L'ipotesi dei quattro elementi veniva così a crollare di fronte all'evidenza sperimentale. Nello stesso periodo, Lavoisier dava una definizione di *elemento* legata alle effettive possibilità sperimentali (ormai offerte dalla chimica) di analisi delle sostanze. In questo modo, la chimica incorporava il concetto fondamentale della teoria dei quattro elementi, cioè il concetto stesso di *elemento* e l'idea (ad esso associata) che ci sia un numero non molto alto di sostanze da cui sono costituite tutte le altre. Questo concetto costituisce l'eredità fondamentale della teoria dei quattro elementi. Nato nell'ambito di un modello non-corpuscolare della materia, finirà poi col trovare la sua interpretazione più importante e significativa all'interno del modello atomistico, inizialmente come sostanza costituita da *atomi uguali* e, ormai nel XX secolo, come sostanza costituita da atomi con lo stesso numero di cariche positive nel nucleo.

Discussione

Come già detto all'inizio, *l'exkursus* storico delineato sopra ha le caratteristiche di una panoramica rapida, mirante a mettere in luce gli aspetti che più contribuiscono a costruire un'immagine articolata dell'evoluzione delle conoscenze scientifiche, e della loro interpretazione (con quest'ultima che sfocia poi nella generazione di modelli). Nell'ambito di tale panoramica, per le teorie del passato si evidenzia soprattutto il ruolo che esse hanno avuto allora nel quadro generale, in un quadro, cioè, comprendente non solo le ipotesi o conoscenze teoriche, ma anche i risvolti tecnologici e applicativi. Allo stesso tempo, si mira a cogliere quei contributi che sono stati

incorporati nel filone evolutivo principale di una scienza, come la conosciamo oggi.

Va da sè che panoramiche di questo tipo non considerano gli stadi precedenti come "primitivi" o "non sufficientemente elaborati". La prospettiva storica si realizza anche nell'atto di evitare giudizi affrettati o semplicistici delle teorie di allora, che usino come criterio di riferimento o valutazione le conoscenze di oggi. Invece, essa cerca di vedere le teorie di allora nell'ambito delle osservazioni e ragionamenti che possono averle generate o aver fornito le basi su cui si è innestata la speculazione teorica, e dei risvolti interpretativi e operativi che ad esse si sono associati. Inoltre, cerca di identificare la loro eredità, ciò che di esse è confluito nei modelli e nelle interpretazioni successive, fino a quelle attuali. Infine, cerca di evidenziare tutti gli elementi di continuità nell'atteggiamento e nel modo di procedere, in quanto sono quelli che più possono contribuire a una percezione della storia della scienza come un fluire che mantiene certe costanti di metodo, di significato e di estrinsecazione che raggiunge altri campi di attività e ad essi si integra.

Ci sono altri aspetti importanti che non sono stati inclusi nella presente panoramica per via dello spazio che sarebbe necessario a una discussione che abbia un respiro sufficientemente significativo. Uno di questi è la ricerca di affinità fra il modello atomistico antico e la teoria dei quattro elementi. L'affinità forse più importante è la focalizzazione dell'atten-

zione sugli aspetti qualitativi delle sostanze (anche perchè molte delle proprietà che oggi esprimiamo attraverso numeri non erano ancora state identificate o definite) e l'esigenza di individuare dei *responsabili* (o portatori di qualità). Nel modello atomistico tali responsabili sono (a seconda delle interpretazioni) le proprietà dei singoli atomi oppure le caratteristiche della loro disposizione reciproca quando si aggregano a formare una sostanza. Nell'ambito della teoria dei quattro elementi, i portatori di qualità sono gli elementi stessi e la proporzione in cui essi sono presenti è quella che determina il risultato complessivo finale, sostanza per sostanza.

Conclusioni

La presentazione degli aspetti principali della teoria dei quattro elementi contribuisce alla completezza delle informazioni riguardo all'evoluzione storica della chimica come scienza della materia e delle sostanze. La presentazione del ruolo che questa teoria ha avuto come strumento di interpretazione dei fenomeni tipici degli organismi viventi da un lato, delle proprietà dei materiali usati nelle varie tecnologie dall'altro, contribuisce a sottolineare il legame fra aspetti teorici e applicati del discorso scientifico, un legame presente fin dalle sue origini più lontane. L'evidenziazione del suo contributo principale all'evoluzione della chimica, il concetto di *elemento*, consente di sottolineare come una scienza si evolve e costruisce progressivamente il suo sistema di conoscenze incorporando contributi importanti anche da quei modelli che, a un cer-

to punto di quella stessa evoluzione, finiscono col rivelarsi inadeguati a descrivere la realtà fisica. Tutti questi aspetti insieme favoriscono una visione più completa non solo della storia della scienza, ma anche del suo modo di procedere.

Note bibliografiche

Mammino L., (1999) L'atomo matematico, *La Chimica nella Scuola*, **XXI**, 112-115

Le citazioni di Platone sono prese dal *Timeo*, quelle di Vitruvio dal *De Architectura*, il frammento di Empedocle è da *I presocratici*, Laterza, Bari, p. 381.

Le altre citazioni, come le informazioni su teorie e punti di vista, provengono da opere che l'A. ha letto mentre lavorava all'Università dello Zambia (la cui biblioteca aveva un ricco patrimonio di opere relative alla storia della scienza), fra le quali sono incluse le seguenti:

- M. R. Cohen, I. E. Drabkin, *A source Book in Greek Science*, Harvard University Press, 1966.

- Aristotele, *Physica – Meteorologica – De generatione et corruptione*. In *The works of Aristotle*, Oxford -- at the Clarendon Press.

- B. Ferrington, *Science in antiquity*, Oxford University Press, 1969

- G.E.R. Lloyd, *Early Greek Science: Thales to Aristotle*, Chatto & Winders, London 1970.

- S. Sambursky, *The physical world of the Greeks*, Rutledge & Kegan Paul, London 1960.

- R. Pilkington, *Robert Boyle, Father of Chemistry*. John Murray, Albemarle Street London, 1959.

Libri in redazione



Paolo Pistarà MODULI DI CHIMICA

*Corso di Chimica Modulare
per le Scuole Superiori*

Tomo A pp 256 € 10,00

ISBN 88-268-1071-0

Tomo B pp 224 € 8,70

ISBN 88-268-1072-9

Tomo C pp 192 € 7,30

ISBN 88-268-1073-7

Laboratorio pp 64 € 3,00

ISBN 88-268-0777-9

Edizioni ATLAS

Analisi dello sviluppo del concetto di trasformazione nel periodo della scuola elementare

Riassunto

Dopo una primo esame in chiave didattica del concetto di trasformazione, vengono presentati i risultati di un'indagine svolta presso allievi di scuola elementare. I risultati, peraltro non interpretabili su base statistica, evidenziano un buon livello di comprensione del concetto fino dall'età di 5 - 6 anni. Verso la fine della scuola elementare (10 - 11 anni) compaiono idee errate dovute principalmente all'applicazione rigida di definizioni trovate su testi scolastici.

Abstract

Analysis of the development of the transformation concept at the elementary school level.

After a first didactic analysis of the transformation concept, we present the results of a research about the acquisition of the concept by elementary school pupils. These results cannot be read by a statistical point of view, but they show a good level of understanding of the concept also by 5 - 6 years old pupils. At the end of elementary school (10 - 11 years old pupils) we find misconceptions mainly produced by a strict application of textbook definitions.

1. Introduzione

Il concetto di trasformazione è uno di quelli che più risultano trasversali a tutta l'area scientifica; su questo concetto è opportuno che venga svolto un lavoro didattico importante fino dai primi livelli scolastici.

E' un dato di fatto che le trasformazioni possano essere suddivise in categorie diverse; d'altra parte è opinione dell'autore di questa nota che,

PIERLUIGI RIANI (*)

almeno per un lungo periodo iniziale che comprenda tutto il livello dell'attuale scuola elementare, la distinzione non debba costituire un punto chiave per l'insegnamento-apprendimento. Si può invece osservare in moltissimi libri di testo, a partire dai sussidiari per il secondo ciclo della scuola elementare, una forte propensione verso il "distinguo": ecco quindi le trasformazioni fisiche, quelle chimiche, a volte quelle biologiche. Quale senso può avere, in allievi di 8 - 11 anni, una distinzione del genere? Probabilmente le finalità che vengono poste sono lodevolissime; il risultato però è inequivocabile: quello di spostare l'attenzione del discente dal concetto generale a certe sue connotazioni particolari, spesso prive di qualsiasi base concreta e quindi totalmente al di fuori dell'effettiva accessibilità per la fascia di età che ci interessa.

Il lavoro che viene qui presentato è articolato in due parti distinte. Nella parte iniziale viene presentata un'analisi del concetto di trasformazione, analisi che ha lo scopo di mettere in evidenza come alcuni punti dati spesso per scontati non siano per niente chiari; successivamente vengono presentati i risultati di un'indagine, condotta su allievi di scuola elementare, riguardante l'acquisizione del concetto di trasformazione. I risultati sono riportati in modo totalmente qualitativo; questa posizione risponde a due convinzioni dell'autore:

- Prima di tutto non è corretto attribuire un qualsiasi carattere statistico a rilevazioni condotte su campioni relativamente esigui, scelti senza alcun criterio che non sia quello della pura e semplice disponibilità, e in più appartenenti alla stessa area geografica.

- Secondariamente, anche la più efficace delle rilevazioni, compiuta su un campione esteso e ben scelto può essere variata in modo significativo da un gran numero di eventi: basta ad esempio una trasmissione televisiva di successo che, anche in modo indiretto, tocchi l'argomento (1).

I dati ottenuti sono limitati alla scuola elementare; possono però fornire una buona base di riflessione didattica anche per la scuola media.

2. Analisi del concetto di trasformazione.

Partendo da un punto di vista generale, possiamo affermare quanto segue:

Se, attraverso due osservazioni successive condotte su un sistema, viene evidenziata una qualsiasi variazione, allora nel sistema in esame è avvenuta una trasformazione.

Devono essere sottolineati i punti seguenti:

- In questo modo si prende in considerazione qualsiasi tipo di trasformazione del sistema, anche il semplice spostamento di un oggetto al suo interno;

- L'osservazione non può riguardare solo la morfologia. Il sistema, da un punto di vista "fotografico", può essere rimasto identico: basta, ad esempio, che ci sia stata una variazione di temperatura.

Il concetto di trasformazione che abbiamo introdotto è di tipo macroscopico; a livello molecolare, due osservazioni evidenziano per forza una trasformazione, a meno che non ci si trovi alla temperatura di 0 K.

Se puntiamo l'attenzione sui materiali che costituiscono il nostro sistema, alcune trasformazioni sono caratterizzate da un cambiamento in questi materiali, altre no. Ad esempio, abbiamo modificazione dei materiali componenti per un cambiamento di stato fisico, mentre questo non si verifica per un semplice spostamen-

48 (*) Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale
Università degli Studi di Pisa
e-mail: riani@cci.unipi.it

to di un oggetto all'interno di un sistema. Da un punto di vista chimico, hanno interesse le trasformazioni che implicano mutamenti nei materiali che costituiscono il sistema; poco importa se si tratta di vere e proprie reazioni chimiche oppure di trasformazioni di altro tipo come passaggi di stato fisico o formazione di miscele omogenee.

E' possibile stabilire una linea di demarcazione fra le trasformazioni chimiche e le trasformazioni che chimiche non sono? Le strade seguite dai libri di testo sono, più o meno, sempre le stesse.

- Molto di frequente ci si rifà a non meglio specificati "cambiamenti di composizione del sistema", ovvero a "cambiamenti nelle sostanze che costituiscono il sistema". Su questo tipo di approccio si è già intervenuti più volte, per sottolineare come sia assurdo sostenere, ad esempio, che lo zucchero disciolto in acqua è la stessa sostanza rispetto allo zucchero solido.

- Un'altra via apprezzata si fonda sull'applicazione del modello particellare della materia: si ha trasformazione chimica quando cambiano in qualche modo le molecole che costituiscono il sistema. E' una via che ha un suo indiscutibile fascino, ma che è fortemente criticabile in quanto a) per un fenomeno macroscopico come una trasformazione fa riferimento esclusivamente al modello microscopico, b) tende a introdurre una troppa stretta relazione fra molecola e proprietà macroscopiche, veicolando in qualche modo l'assurda definizione secondo la quale una molecola è la più piccola particella di una sostanza che ne conserva tutte le proprietà (2)

- Un aspetto molto "gettonato" è quello dell'irreversibilità (3); l'esempio della combustione di un pezzo di legno è sicuramente ben calzante.

Al contrario, alle trasformazioni fisiche vengono generalmente attribuite le caratteristiche di non modificare la composizione del sistema, di non modificare le molecole che costituiscono il sistema, di essere reversibili. Chiunque esamini a fondo queste definizioni, vede che ci sono numerosi esempi di conferma, ma anche numerosi controesempi che non quadrano. Il problema (che, per lo scrivente, resta in buona parte aperto) è di capire se, da un punto di vista didattico, debbano prevalere gli esempi o i controesempi. Vediamo e commentiamo

alcuni dei casi più significativi.

- La formazione di miscela omogenea è in genere classificata come fenomeno fisico. Dal punto di vista del "non cambiamento delle sostanze costituenti" abbiamo già detto; da punto di vista della reversibilità le cose vanno bene, in quanto la separazione dei componenti è generalmente possibile. Dal punto di vista della struttura particellare, a volte le cose possono andare abbastanza bene (vedi la formazione di una soluzione acquosa di zucchero), ma molto spesso non vanno bene affatto (vedi la formazione di una soluzione ionica).

- Il viraggio di colore di un indicatore acido - base è visto come trasformazione chimica. Ci sono senz'altro cambiamenti delle sostanze componenti, cambiamenti che si riflettono a livello molecolare; d'altra parte il fenomeno è reversibile.

- La macinatura di un cereale per farne farina è una trasformazione fisica (4), alla quale non si accompagnano cambiamenti delle sostanze costituenti né a livello macroscopico, né a livello molecolare; si tratta però di un fenomeno irreversibile.

E' quindi chiaro che qualsiasi tentativo di identificare una separazione netta fra trasformazioni fisiche e trasformazioni chimiche è destinato all'insuccesso. D'altra parte i due concetti di cui stiamo parlando sono ben presenti nella pratica didattica, per cui la loro cancellazione è eccessiva; risulta più opportuna una posizione di compromesso, che può essere così espressa:

- Vi sono trasformazioni nelle quali la composizione del sistema subisce una modificazione evidente, non dovuta esclusivamente a cambiamenti di stato fisico o formazione di miscele omogenee: sono le "trasformazioni chimiche" (5).

- Vi sono altre trasformazioni nelle quali è assolutamente chiaro che non sono avvenute modificazioni nella composizione del sistema; queste trasformazioni le chiamiamo "trasformazioni fisiche".

- Vi sono infine trasformazioni sulle quali non è facile (e forse non è proprio possibile) pronunciarsi in modo univoco. Si tratta in altri termini di trasformazioni che presentano qualche caratteristica "chimica" e qualche caratteristica "fisica", e per le quali è inutile cercare un'attribuzione completamente soddisfacente.

Tutte queste considerazioni sono

valide, ovviamente, per livelli scolastici piuttosto avanzati; una classificazione così problematica non è alla portata di allievi di scuola di base e, soprattutto, rischia di non suscitare il benché minimo interesse. Per la scuola di base è opportuno far riferimento al concetto di trasformazione senza etichette, fissando casomai l'attenzione non solo al "prima" e al "dopo", ma anche al "durante".

3. L'indagine: modalità del rilevamento dei dati

I dati utilizzati per il presente lavoro sono stati rilevati su un campione di circa 300 allievi, scelto solo in base alla disponibilità, in zone ristrette facenti parte della provincia di Lucca. La rilevazione è stata compiuta dagli insegnanti, senza intervento diretto dell'autore; questa scelta è stata determinata dal fatto che la presenza di una persona estranea all'ambiente produce spesso negli allievi atteggiamenti che risultano negativi per il buon esito del lavoro. Il metodo seguito è stato quello delle interviste collettive, con gruppi di 4 - 6 allievi. Ogni intervista è stata divisa in due parti: nella prima veniva posta una domanda generica (del tipo "che cosa è, secondo te, una trasformazione?"), nella seconda si chiedeva di dire se alcuni fatti che venivano presentati costituivano o no una trasformazione. Elenco completo:

- 1) Un bambino fa una passeggiata;
- 2) Un bicchiere casca e si rompe;
- 3) Cuociamo una fetta di carne;
- 4) Leggiamo un libro;
- 5) Un pezzo di legno brucia.

Al termine delle discussioni l'insegnante ha introdotto i dovuti chiarimenti riguardo al concetto di trasformazione.

Dopo un certo tempo (da due a tre settimane) gli allievi sono stati posti di fronte a un fenomeno effettivo, il discioglimento in acqua di un certo quantitativo di zucchero; è stato loro chiesto di descrivere ciò che osservavano e di stabilire se il fenomeno costituiva o no una trasformazione. Il lavoro era svolto in modo collettivo, ma le domande erano individuali.

Breve commento. Un lavoro di tipo scritto è stato scartato per le seguenti ragioni:

- Gli allievi delle prime classi hanno difficoltà di scrittura, e questa difficoltà costituisce un serio ostacolo alla formulazione delle risposte;

- Gli allievi delle classi del secondo

ciclo (dalla terza alla quinta) potrebbero essere in grado di rispondere a domande aperte ma, a parte le difficoltà di espressione, molto spesso le risposte sarebbero difficilmente decifrabili (6);

- Per le domande a scelta multipla, gli allievi non scrivono ciò che effettivamente pensano, ma devono scegliere fra quattro risposte suggerite da chi costruisce il questionario; i risultati non sono quindi del tutto attendibili. L'intervista individuale presenta un difetto fondamentale: a meno che l'intervistatore non sia in possesso di un buon livello di professionalità in campo psicologico, da molti allievi non si riesce a tirare fuori assolutamente nulla di non banale. Oltre a questo (e, viste le modalità nelle quali si svolge il lavoro, non si tratta di un problema da poco), i tempi richiesti si allungano terribilmente.

Resta l'intervista collettiva, per la quale i vantaggi non sono pochi:

- Se, volta per volta, si procede con un numero limitato di allievi (da 4 a 6), il lavoro viene gestito facilmente e abbastanza rapidamente;

- La presenza di coetanei è di stimolo per l'espressione verbale del proprio pensiero;

- La comparsa di un'idea fa spesso da catalizzatore per la comparsa di idee ulteriori;

- Molto spesso, soprattutto fra gli allievi del secondo ciclo, si instaurano vere e proprie discussioni nelle quali le idee espresse vengono apertamente confrontate.

Non vi sono però solo vantaggi: diversi problemi sono in agguato. Prima di tutto c'è la questione dei leader, allievi che impongono le proprie posizioni impedendo l'ulteriore discussione; fra l'altro, la leadership è in genere perfettamente accettata dai sottoposti. Un altro grave inconveniente è provocato da input esterni: se un allievo fa riferimento a una qualsiasi cosa di successo (televisivo o commerciale), tutti gli altri vanno dietro e dalla discussione non si tira fuori più nulla di significativo. Il caso dei "transformers" dei quali si è già parlato nella nota 1 è stato uno dei più vistosi, ma non l'unico.

E' utile che l'insegnante prenda appunti durante le discussioni, ma è anche indispensabile registrare tutto su cassetta magnetica. La sbobinatura delle registrazioni è lunga e laboriosa, ma è il solo metodo per evitare che il filtro effettuato più o meno in-

consciamente dall'insegnante si traduca in una selezione preventiva.

Infine, il lavoro "sperimentale": le finalità sono due, quella di rilevare la persistenza, dopo un certo tempo, delle idee eventualmente introdotte (eventualmente: la maggioranza degli allievi ha dimostrato di possedere già idee ben radicate), e soprattutto quella di rilevare la persistenza, anche di fronte a un'osservazione diretta, di eventuali idee preconcrete.

4. Evoluzione del concetto di trasformazione nella scuola elementare.

Prima osservazione: nei casi esaminati, il concetto di trasformazione è abbastanza chiaro anche per gli allievi della classe prima (6 - 7 anni). Per quanto già detto, non sono permesse generalizzazioni; d'altra parte alcune prove condotte fuori della zona dell'indagine tendono a confermare il dato. Un lavoro condotto presso alcune sezioni di scuola materna ha dato i seguenti risultati:

- per gli allievi di 5 anni la situazione è simile a quella della scuola elementare;

- per gli allievi di 4 anni si ha un netto cambiamento: il concetto appare o sconosciuto o estremamente nebuloso (7).

Possiamo quindi affermare che è abbastanza inopportuno procedere, nella scuola elementare, a definizioni più o meno formali: il concetto c'è, ed è quindi inutile procedere su una strada che rischia solo di confondere le idee agli allievi.

I dati a disposizione mostrano un'evoluzione evidente del concetto, anche se non c'è un'omogeneità completa; cominciamo con le risposte alla domanda aperta (8). Molto a grandi linee possiamo suddividerle in tre categorie: 1) trasformazioni vere e proprie, 2) trasformazioni di tipo magico (con intervento esplicito o implicito di maghi o simili), 3) trasformazioni che si collocano fuori della logica "adulta", per le quali cioè non si può trovare alcun nesso fra oggetto prima e dopo la trasformazione. Fanno parte dell'ultima categoria le risposte di cui alla nota 7. Le risposte della prima categoria possono a loro volta essere distinte in due sottocategorie: quelle riguardanti il mondo vivente (il bruco che diventa farfalla, il seme che diventa pianta ecc.) e quelle che riguardano il mondo non vivente (poz-zanghere che si asciugano, variazioni climatiche ecc.).

- Nelle prime due classi le risposte sono alquanto difficoltose. La tipologia è abbastanza equamente suddivisa nelle tre categorie, per cui si ha una notevole percentuale per il tipo magico; al riguardo si manifesta comunque una certa tendenza alla diminuzione già fra le classi prima e seconda. In questo raggruppamento di età, le risposte del tipo "fuori logica" appaiono provocate più che altro dalle richieste dell'insegnante: in certi casi, infatti, la pressione esercitata produce uno sforzo di inventiva, in certi altri produce invece una risposta purchessia (che comunque evidenzia, al di là di ogni ragionevole dubbio, l'acquisizione del concetto di trasformazione).

- Successivamente le risposte diventano più "fluide" e meno forzate (9). Il peso delle risposte di tipo "magico" diminuisce rapidamente, e in classe quinta è ormai molto ridotto (anche se non del tutto insignificante). Si osserva, anche se con percentuali che non consentono nessuna certezza, una certa riduzione delle risposte fuori logica per le classi terza e quarta; la ripresa che si verifica in quinta è probabilmente dovuta a quanto esposto nella nota 7.

- In tutti i livelli di età sono presenti numerose risposte della prima categoria, sottocategoria mondo vivente. Nelle prime classi la connotazione è molto spesso di tipo affettivo (il mio gattino era piccolo, poi è cresciuto ed è diventato grande); successivamente diventano nettamente prevalenti le risposte di tipo più scientifico, spesso relative alle metamorfosi degli animali e allo sviluppo delle piante (10).

- Le risposte riguardanti il mondo non vivente sono presenti in numero molto minore; i riferimenti più frequenti sono relativi ai fenomeni atmosferici (del tipo "ieri pioveva, oggi c'è il Sole) e alle variazioni stagionali ("ora fa caldo, mentre in inverno fa freddo"). Poniamo ora l'attenzione sugli aspetti che interessano maggiormente da un punto di vista chimico, analizzando le risposte date alle domande dirette sulla sequenza di fenomeni. L'effetto del procedere dell'età è piuttosto strano, anche se non del tutto imprevedibile: mentre nelle prime classi il concetto di trasformazione è visto in modo lineare, dopo qualche tempo hanno inizio quelle che possono essere chiamate le "contorsioni mentali" (11).

Nelle classi prima e seconda, la precisione è a volte stupefacente: elevatissime percentuali (in certi gruppi si raggiunge la totalità) di attribuzione del termine trasformazione agli eventi 2 (rottura del bicchiere), 3 (cottura della carne) e 5 (combustione del legno), mentre la 1 (passeggiata) e la 4 (lettura di un libro) non costituiscono trasformazione. Le motivazioni delle risposte sono varie, ma generalmente plausibili.

Nelle classi successive le risposte si diversificano. L'attribuzione della combustione del legno non varia (attenzione: si tratta di un esempio presente in molti libri di testo); in compenso varia tutto il resto. Vediamo alcune spiegazioni fornite dagli allievi:

- Una passeggiata è una trasformazione: durante di essa si cresce, ci si rinforza, può cambiare il tempo atmosferico; si può partire di giorno e tornare di sera.
- La rottura di un bicchiere non è una trasformazione: il vetro è sempre vetro.
- La cottura della carne non è una trasformazione: la carne è sempre carne. Questa risposta è comunque data in percentuale molto bassa.
- La lettura di un libro è una trasformazione, sia per il lettore (che ha imparato qualcosa), sia per il libro (che si è sciupato)

Da sottolineare, comunque, che l'attribuzione più lineare costituisce sempre la componente maggioritaria.

E' interessante il caso della rottura del bicchiere, che evidenzia come alcuni allievi pongano l'attenzione più sul materiale componente che sulla struttura dell'oggetto. Per la cottura della carne il discorso non può essere lo stesso: i pochi allievi che dichiarano che non si tratta di una trasformazione non tengono evidentemente conto dell'evidenza morfologica, e prendono probabilmente in considerazione solo l'aspetto linguistico (il materiale che osserviamo si chiama sempre carne).

Terminiamo con l'esame dei risultati dell'indagine svolta sul dato sperimentale costituito dal discioglimento di un cucchiaino di zucchero in un bicchiere d'acqua. I risultati confermano almeno in parte quanto è stato visto per l'indagine precedente; abbiamo però anche qualche caso evidente che denuncia l'origine di certi errori.

Gli allievi delle classi prima e seconda

descrivono il fenomeno che osservano, ponendo l'attenzione su aspetti che secondo l'opinione "adulta" possono apparire poco importanti, ma che sono sicuramente osservabili: lo zucchero va a fondo, fa le bollicine, si scioglie (con il verbo "sciogliere" si riassume tutta la terminologia locale) e così via. In genere, fra l'altro, la descrizione è perfettamente pertinente a quanto viene osservato: mancano quindi constatazioni ovvie del tipo "l'acqua è diventata dolce". Alla domanda diretta "Si tratta di una trasformazione o no?" la risposta è pressoché unanime per il sì.

Nelle classi successive, e particolarmente in quinta, compaiono le idee preconcepite. Per la maggioranza degli allievi non ci sono differenze rispetto alle prime due classi, se non per l'accuratezza della descrizione del fenomeno (accuratezza che diminuisce con il crescere dell'età); vi sono però alcuni allievi per i quali ciò che viene osservato non ha alcuna importanza in quanto, evidentemente, il fenomeno è già noto. In questi casi la descrizione del fenomeno si limita principalmente a due aspetti: lo zucchero si è sciolto (effettivamente osservato) e l'acqua è diventata dolce (in realtà non è stato effettuato nessun assaggio).

Qualche problema deriva dalla scelta fra trasformazione o meno (attenzione: non si chiede se si tratta di una trasformazione chimica!). Per la maggioranza degli allievi la risposta è affermativa, mentre per una minoranza non insignificante il discioglimento dello zucchero non costituisce una trasformazione, in quanto "lo zucchero è sempre zucchero". Ci troviamo evidentemente di fronte a uno dei risultati che possono derivare dall'operazione di spostare l'attenzione dal concetto di trasformazione alla categorizzazione dello stesso concetto: la categorizzazione (in questo caso per la voce "trasformazione chimica") prende il sopravvento e si sovrappone al concetto generale.

A titolo di curiosità, riportiamo un episodio che può dirla lunga sui danni che possono derivare da un apprendimento schematico troppo precoce. Nella generalità dei casi, anche gli allievi che hanno in prima battuta risposto che il discioglimento dello zucchero non costituisce una trasformazione cambiano opinione dopo un minimo di contestazione. Invece un allievo (considerato particolarmente

dotato) aveva fissato totalmente l'idea che lo zucchero non subisce trasformazioni e continuava quindi a sostenere che non si trattava di una trasformazione. L'insegnante si è trovato di fronte a una replica del seguente tipo: nel discioglimento lo zucchero non cambia in quanto le molecole sono sempre le stesse; quanto alla presenza di una sostanza solida prima del discioglimento, si tratta di un fatto privo di importanza in quanto possiamo recuperare la stessa sostanza solida evaporando l'acqua. Nota bene: si è appurato che lo stesso allievo aveva "approfondito" la questione su un testo di scuola media che basava la distinzione fra fenomeno fisico e fenomeno chimico proprio sul livello molecolare e sulla reversibilità.

5. Conclusioni

Le conclusioni non sono molte, e dovrebbero anche essere scontate; purtroppo la pratica didattica normale dice proprio che troppo spesso si va proprio nella direzione opposta a quella più logica. Vediamo punto per punto:

- Se si parte dalle definizioni, è chiaro che si corre il rischio di togliere significatività al lavoro di osservazione e di sperimentazione, a favore di categorizzazioni più o meno forzate. Occorre capire che, nei livelli scolastici inferiori, una categorizzazione costituisce un'operazione che può distogliere da altre operazioni didatticamente e concettualmente più utili. In conclusione, una definizione può servire unicamente come quadro unificante al termine del lavoro su un certo segmento didattico.

- Il procedimento di osservazione deve essere introdotto in modo graduale, senza forzature evidenti in ciò che viene osservato; in termini più chiari, il docente non deve pretendere che le osservazioni degli allievi siano uguali a quelle di un adulto.

- Non è necessario indurre gli allievi a seguire un metodo logico e sperimentale per trarre le loro conclusioni: lo fanno già benissimo da sé, anche se la logica è diversa da quella adulta. Nel lavoro scolastico si dovrebbe invece avere la massima cura nell'evitare di sostituire questa funzionale predisposizione con un metodo basato sulle definizioni verbali e su ciò che si è imparato, metodo che ha come conseguenza l'adattamento forzato del lavoro sperimentale a ciò che

“deve” essere ottenuto.

- Non è opportuno procedere sempre, nel lavoro sperimentale, con materiali con i quali gli allievi hanno familiarità: la preconsocenza può infatti abbassare l'interesse e la motivazione, producendo conclusioni banali e scontate. Se per un allievo delle prime classi può avere interesse anche il semplice fenomeno di discioglimento dello zucchero in acqua, per gli allievi più grandi è meglio utilizzare sostanze diverse, possibilmente colorate, magari con un contorno “scientifico” (vetreria da laboratorio, barattoli per prodotti chimici) che non altera minimamente le caratteristiche dell'esperienza, ma contribuisce in modo notevole a tener desta l'attenzione.

Bibliografia e note

1) A titolo di esempio al riguardo, in una rilevazione di alcuni anni fa, le risposte erano state totalmente monopolizzate da una trasmissione televisiva con annessi giocattoli di larghissima diffusione: i “Transformers”. Traccia di questo permane tuttora, ma almeno il numero di risposte relative a detti oggetti non raggiunge valori tali da inficiare tutta l'indagine.

2) Vedi ad esempio Ben-Zvi, R., Eylon, B. S., Silberstein, J., *J. Chem. Educ.* **63**, 64 (1986)

3) E' evidente che i termini “reversibile” e “irreversibile” hanno, in questo contesto, un significato abbastanza vago (anche se perfettamente valido da un punto di vista didattico), puntato sulla possibilità di riottenere, con mezzi semplici (?) lo stato di partenza. Nessun collegamento, quindi, con il significato termodinamico.

4) Attenzione a distinguere fra “trasformazione fisica” e “cambiamento di stato fisico”.

5) In tutto questo c'è alla base un difetto logico: stiamo cercando di definire una trasformazione chimica dando per scontato che si possa dire quando c'è una modificazione nella composizione chimica del sistema; in altri termini c'è trasformazione chimica quando... c'è trasformazione chimica. Da un punto di vista rigoroso è necessario battere altre strade; da un punto di vista didattico... pazienza, se ne vedono di peggiori!

6) Per “decifrabilità” intendo la certezza del significato da attribuire alla risposta. Molto spesso, e la cosa succede anche con allievi di livelli scolastici superiori, le risposte alle domande aperte sono tutt'altro che univoche; si tratta allora di interpretare, e con l'interpretazione l'insegnante introduce sempre un elemento di soggettività.

7) Attenzione: di qui a concludere che l'età di acquisizione si colloca intorno a 4 anni ce ne corre. Manca, fra l'altro, la certezza della bontà del lavoro eseguito: niente assicura che il metodo usato per ottenere i dati dagli allievi di 5 e più anni sia valido anche per gli allievi di 4.

8) Purtroppo il fenomeno del “seguire la corrente” si fa sentire pesantemente: in certi casi basta che un allievo dia una risposta per produrre un seguito immediato. Questo fatto appare particolarmente evidente nel caso di allievi delle ultime classi della scuola elementare, soprattutto quando qualcuno si mette a fare lo spiritoso dicendo, per fare un esempio, che una trasformazione “è quando un uomo diventa un armadio”: seguono immediatamente risposte del tipo un uomo che diventa un frigorifero, una sedia, un banco e così via, con una sequenza di risposte scarsamente significative.

9) Brevissima osservazione: da un minimo campione (classi terza, quarta e quinta) al quale la stessa domanda è stata posta in forma scritta non si è ricavato quasi nulla (poche risposte, di scarsissima significatività, che il più delle volte si limitavano a una parafrasi della domanda). Evidentemente i problemi dovuti alla necessità di rispondere in forma scritta sono preponderanti, e non consentono quindi un'adeguata riflessione.

10) Risposte di questo tipo, con frequenti esempi di metamorfosi di rane e insetti e di nascita di piantine dal seme, sono collegate solo in parte con apprendimenti scolastici: occorre tener conto del fatto che una delle zone di rilevazione (comune di Camaione) è di campagna, con forte sviluppo di agricoltura di tipo ortoflorovivaistico.

11) Il risultato ottenuto è abbastanza in linea con quanto evidenziato ad esempio da Howard Gardner (Educazione al comprendere – Feltrinelli, Milano, 1993- 2001) che per l'acquisizione di molti concetti parla di andamento a U: situazione soddisfacente in partenza, poi calo progressivo fino a raggiungere una sorta di minimo, infine superamento del minimo e ripresa. Va detto che, almeno per certi concetti che possono essere ricontrollati in sede universitaria, in alcuni casi la ripresa appare alquanto problematica. In questo contesto si colloca la “contorsione mentale”, locuzione che nei miei intenti indica l'atteggiamento, molto frequente anche negli studenti universitari, per cui in un problema semplice si tendono a evidenziare tutte le possibili difficoltà che potrebbero eventualmente sorgere; il risultato, alla fine, è che il problema non viene risolto, oppure viene risolto in modo errato.

L'evoluzione del pensiero nello studio delle reazioni di sostituzione elettrofila aromatica

Riassunto

Vengono confrontati i differenti approcci proposti per descrivere l'andamento delle reazioni di sostituzione elettrofila aromatica. Vengono descritte la teoria della polarità alternante, quella derivante dalla teoria del legame di valenza e l'approccio legato alla teoria degli orbitali di frontiera.

Abstract

Thought evolution in the study of electrophilic aromatic substitution reactions

Proposed different approaches to aromatic electrophilic substitution are compared. The theory of alternating polarity, that deriving from the theory of valence bond and the approach deriving from the frontier orbitals theory are described.

Introduzione

Ogni tanto mi diverte riaprire vecchi libri, oggetti ormai dimenticati, annegati dal susseguirsi degli impegni e dalla necessità di tener dietro alle novità, tralasciando ciò che è stato. Qualche giorno fa stavo sfogliando un libro tratto dalle lezioni di chimica organica tenute dal Prof. L. Panizzi nell'A.A. 1957-58 [1]. Mi ha colpito, di quel libro, l'ultima parte, in cui veniva descritto lo stato dell'arte nel campo delle sostituzioni elettrofile aromatiche: non corrispondeva, se non in minima parte, a quello che io insegno. Valeva la pena di approfondire per vedere come era cambiato, nel corso di quaranta anni, l'approccio allo studio di una reazione importantissima come la sostituzione elettrofila aromatica.

La sostituzione elettrofila aromatica

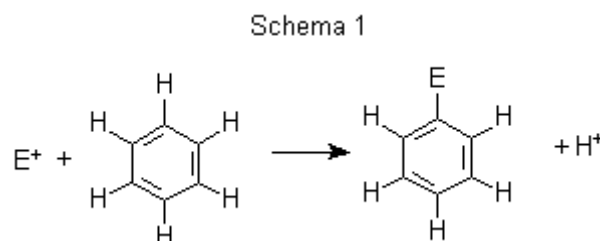
Le reazioni di sostituzione elettrofila

(*) Dipartimento di Chimica, Università della Basilicata, Via N. Sauro 85, 85100 Potenza
e-mail: dauria@unibas.it

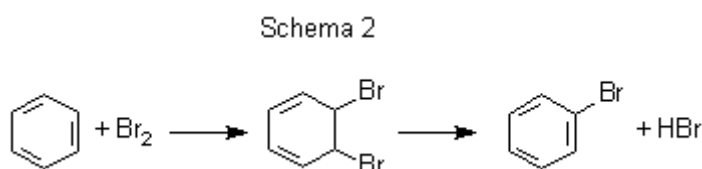
MAURIZIO D'AURIA (*)

aromatiche sono quelle reazioni in cui una specie carente di elettroni (l'elettrofilo) reagisce con un composto aromatico (il cui capostipite è il benzene) per dare un prodotto, che è

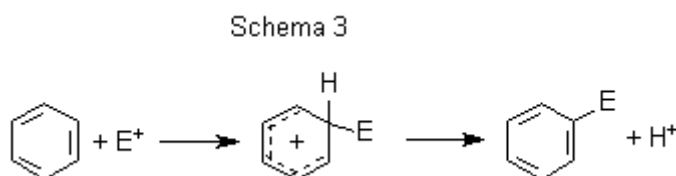
ancora un composto aromatico, ma in cui uno degli atomi di idrogeno presenti nell'anello aromatico è stato sostituito dall'elettrofilo (Schema 1). La specie elettrofila che reagisce può essere costituita da diversi reagenti: il bromo e il cloro, in presenza di acidi di Lewis, lo ione nitronio che si forma per reazione fra l'acido nitrico e l'acido solforico, un alogenuro alchilico attivato da un acido di Lewis, etc.



Inizialmente si era pensato che la reazione, per esempio con bromo, coinvolgesse in primo luogo una reazione di addizione di alogeno al sistema aromatico, seguito da eliminazione di acido bromidrico (Schema 2). Questa ipotesi di meccanismo è stata, però, rapidamente abbandonata.

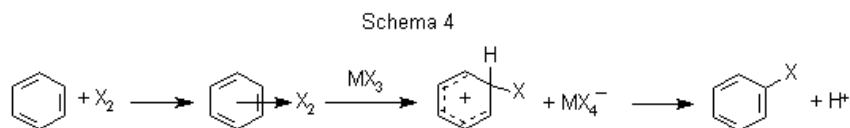


Rispetto a questa ipotesi iniziale si è imposta un'ipotesi diversa che vede nella formazione di un intermedio derivante dall'attacco dell'elettrofilo sull'anello l'intermedio chiave della reazione. Questo intermedio è stato chiamato complesso σ (Schema 3) [2]. Il complesso σ evolverà successivamente per eliminazione di un protone ripristinando così l'aromaticità del sistema.



Esistono numerose prove circa l'esistenza dell'intermedio supposto. Alcuni complessi sono stabili e possono essere isolati e caratterizzati; altri sono stati evidenziati per via spettroscopica; tutte le evidenze cinetiche sono in accordo con la formazione di questo tipo di intermedio: la formazione del complesso σ è generalmente lo stadio lento della reazione. Insomma, che si formi sembra abbastanza sicuro. Talvolta, però, lo schema che abbiamo proposto deve es-

sere un po' complicato: è stato dimostrato sperimentalmente che, prima di formare il complesso σ , alcuni elettrofili formano un complesso π con il sistema aromatico (Schema 4) [3]. La formazione di questo complesso può, talvolta, modificare la cinetica della reazione, perché questo stadio, e non la formazione del complesso σ , può diventare lo stadio lento della reazione.

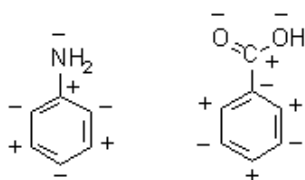


Effetto dei sostituenti

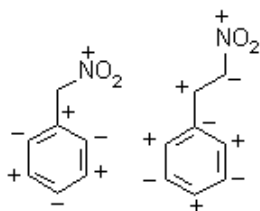
L'effetto dei sostituenti sulla sostituzione elettrofila aromatica è stato uno degli argomenti più combattuti dal punto di vista interpretativo. E' noto che alcuni sostituenti attivano il nucleo aromatico verso questo tipo di reazione ed orientano la reazione nelle posizioni *orto* e *para*. Altri disattivano l'anello e orientano in *meta*. Altri ancora che disattivano l'anello ma orientano la reazione in *orto* e *para* [4]. Una prima divisione distingueva i sostituenti in funzione della loro capacità orientante: abbiamo così i sostituenti di I classe, *orto-para* orientanti, tra cui sono presenti gli alogeni, i gruppi alchilici, il gruppo $-OH$ e il gruppo $-NH_2$, e i sostituenti di II classe, *meta* orientanti, in cui abbiamo il gruppo $-NO_2$, il gruppo $-COR$, e il gruppo CO_2R [5].

Per spiegare questo comportamento fu avanzata una teoria che si basava sullo studio dell'effetto del sostituente sulla densità elettronica del substrato (teoria della polarità alternante). In accordo con questa teoria gli atomi di carbonio dell'anello benzenico sono carichi positivamente e negativamente in alternanza in funzione dell'elettronegatività degli atomi ad esso legati. Questa polarità alternante è dovuta ai sostituenti. Se l'anello benzenico contiene sostituenti *orto-para* orientanti e i carboni in posizione *orto* e *para* sono carichi negativamente (Schema 5): questo farà sì che l'elettrofilo attaccherà principalmente in quelle posizioni. Se, al contrario, l'anello contiene sostituenti *meta*-orientanti, la carica negativa si troverà essenzialmente sugli atomi di carbonio in *meta* (Schema 5). In questo caso, quindi, i sostituenti attaccheranno principalmente la posizione *meta* [6].

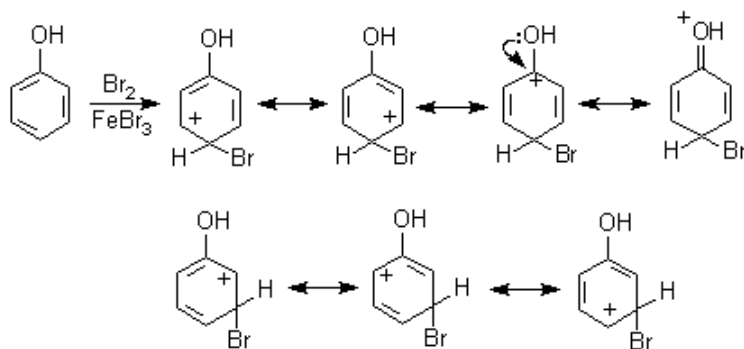
Schema 5



Questa teoria era in grado di spiegare perché i sostituenti orientavano in *orto-para* o in *meta* ma non era in grado di dire nulla sul perché alcuni sostituenti attivavano il substrato verso la sostituzione elettrofila e altri lo disattivavano. Inoltre, non era in grado di spiegare perché i due composti indicati sotto, con polarità alternante diversa, invece, erano il primo *meta* orientante e il secondo *orto-para* orientante, esattamente al contrario del comportamento previsto dalla teoria.



54



Per spiegare queste "anomalie" si passò da un quadro di riferimento statico (la reattività del reagente) a un

quadro di riferimento dinamico (la velocità di reazione). Abbiamo visto che lo stadio lento della reazione è, generalmente, la formazione del complesso σ . Questa specie ha un'alta energia rispetto ai reagenti, dato che non è aromatica. Si può pensare, sulla base del postulato di Hammond, che i fattori che stabilizzano il complesso σ , stabilizzano lo stato di transizione dello stadio lento della reazione. Quindi, tutti gli isomeri si possono formare e le rispettive reazioni sono in competizione fra loro: i fattori che stabilizzano preferenzialmente uno stato di transizione rendono questa reazione più veloce rispetto alle altre.

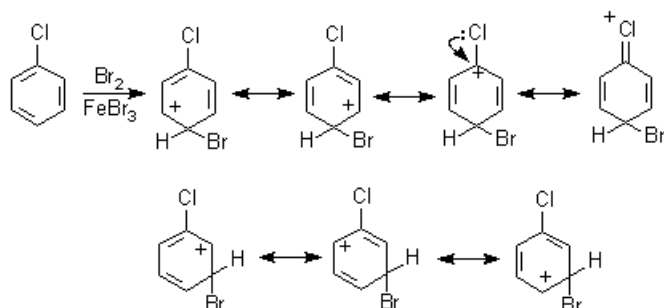
I gruppi $-OH$, $-OR$, $-NR_2$ sono tutti gruppi attivanti. L'atomo legato all'anello è più elettronegativo del carbonio: questo fa sì che questi composti siano elettronattrattori, e quindi disattivanti, per effetto induttivo. Hanno anche un effetto coniugativo (il cui effetto è mostrato nell'esempio che segue), che, invece, è elettron donatore e, quindi, attivante. Tutti questi sostituenti, di fatti, hanno un doppietto solitario che possono condividere con l'anello. I due effetti sono in contrasto fra di loro; tuttavia, l'effetto coniugativo è molto più importante dell'effetto induttivo: complessivamente, quindi, questi sostituenti sono elettron donatori ed attivanti della sostituzione elettrofila aromatica. Come è possibile vedere dall'esempio che segue, l'attacco nelle posizioni *orto* e *para* porta ad intermedi che possono essere stabilizzati per risonanza, attraverso la formazione di una struttura di risonanza aggiuntiva. Questi sostituenti sono, quindi, tutti attivanti e *orto-para* orientanti.

Un caso ancora diverso si ha quando il sostituente è un alogeno. L'alogeno è chiaramente più elettronegativo del

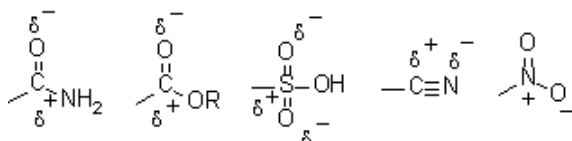
carbonio: per effetto induttivo l'alogeno è elettronattrattore. Dato che, però, tutti gli alogeni possiedono

doppietti solitari, sono elettrondonatori per effetto coniugativo. Anche in questo caso abbiamo due effetti contrastanti; al contrario del gruppo $-OH$, però, negli alogeni prevale l'effetto induttivo. Complessivamente gli alogeni sono elettronnattratori e, quindi, disattivanti nei confronti della sostituzione elettrofila aromatica.

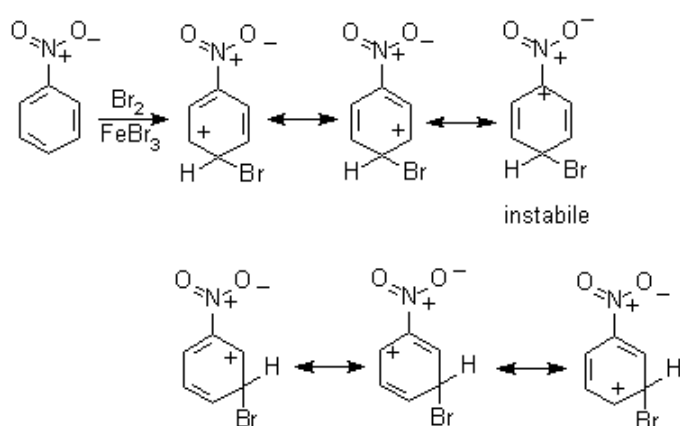
Dato che l'effetto coniugativo può stabilizzare di più gli intermedi complesso σ derivanti dall'attacco in *orto-para* rispetto a quello derivante dall'attacco in *meta*, questi sostituenti sono *orto-para* orientanti.



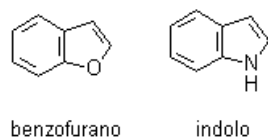
Altri sostituenti sono quelli indicati nella figura seguente. In questi sostituenti l'atomo legato direttamente all'anello ha perlomeno una parziale carica positiva. Questi sostituenti sono induttivamente elettronnattratori; anche l'effetto coniugativo è elettronnattratore, dato che questi sostituenti, essendo carenti di elettroni sull'atomo legato all'anello, tenderanno ad attrarli dall'anello e sono in grado, data la loro struttura, di ospitare l'eccesso di elettroni. I due effetti sono concordi e ambedue definiscono questi sostituenti come elettronnattratori e disattivanti della sostituzione elettrofila aromatica.



Con questi sostituenti la reazione va preferibilmente in posizione *meta*. Questo comportamento può essere spiegato considerando che nell'attacco nelle posizioni *orto* e *para* si formano intermedi in cui una struttura di risonanza, data la vicinanza di due cariche positive, è particolarmente destabilizzata [7].



Questo approccio al problema è quello usato su tutti i libri di chimica organica che ho potuto consultare. Tuttavia non è esente da problemi: non permette, per esempio, di distinguere la reattività dei due composti eterociclici benzofurano e indolo.



Se si scrivono le strutture di risonanza dei rispettivi complessi σ non si osserva nessuna differenza sostanziale fra i due composti ed ambedue i composti dovrebbero orientare la sostituzione elettrofila in posizione α rispetto all'eteroatomo. In realtà, il benzofurano orienta la sostituzione elettrofila nella posizione α , mentre l'indolo dà essenzialmente il prodotto di β sostituzione.

L'approccio seguito per descrivere la sostituzione elettrofila aromatica non assegna nessun ruolo all'elettrofilo: spesso nella grafica non si specifica affatto quale elettrofilo si sta usando e, in ogni caso, non si ipotizza nessun ruolo del gruppo entrante nella stabilizzazione del complesso σ : questo assunto è difforme dalla realtà dove si possono osservare anche variazioni notevoli in funzione del tipo di reazione cui si sottopone il substrato. Recentemente, ma non sui libri di più facile accesso agli studenti, il ruolo dell'elettrofilo è stato spiegato ammettendo che, con elettrofili reattivi, lo stato di transizione venga raggiunto in uno stato iniziale (early). In questo modo lo stato di transizione non presenterà una vera carica positiva sull'anello e quindi non risentirà della presenza dei sostituenti: il risultato sarà una scarsa selettività nella reazione. Al contrario, quando l'elettrofilo sarà poco reattivo, lo stato di transizione verrà raggiunto quando il legame dell'elettrofilo sull'anello aromatico sarà quasi formato, la carica positiva sull'anello sarà netta, e la reazione risentirà molto della presenza di sostituenti, con conseguente aumento della selettività [8].

In tempi piuttosto recenti è stata formulata un'ipotesi teorica che permette di descrivere la variazione di energia di una reazione lungo la coordinata di reazione. L'equazione che descrive la variazione di energia prende il nome di equazione di Klopman-Salem [9-11]. Questa equazione, che non tratterò in dettaglio, descrive la variazione di energia basandosi su due fenomenologie diverse: l'interazione fra i due reagenti può essere influenzata dalle interazioni elettrostatiche, cioè dalle cariche, oppure dall'interazione fra gli orbitali di frontiera. Per orbitali di frontiera si intendono l'orbitale più alto occupato (HOMO – highest occupied molecular orbital) di un reagente e l'orbitale vuoto più basso (LUMO – lowest unoccupied molecular orbital) dell'al-

tro. Questa interazione è tanto maggiore quanto minore è la differenza di energia fra i due orbitali, e quanto più sono simili i coefficienti atomici dei rispettivi orbitali. Se prendiamo l'anisolo, che presenta un sostituito attivante *orto-para* orientante troviamo che l'HOMO di questa molecola ha un'energia di -9.11 eV mentre l'HOMO del benzene si trova a -9.75 eV (Questi valori sono stati ottenuti utilizzando un metodo di calcolo semiempirico, PM3, del tutto accessibile a qualunque personal computer). L'HOMO dell'anisolo si trova ad un livello più alto e, quindi, può interagire meglio con un qualsiasi LUMO: un modo diverso per giustificare l'attivazione del substrato. Se poi esaminiamo l'HOMO dell'anisolo troveremo l'immagine descritta nella figura 1.

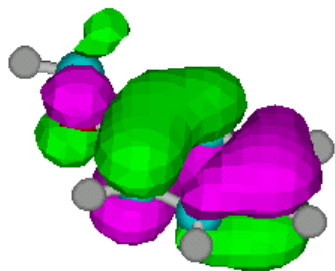


Figura 1 - HOMO dell'anisolo

I colori rappresentano il segno della fase dell'orbitale molecolare. L'eventuale inversione dei colori non ha alcun significato fisico

I coefficienti dell'orbitale molecolare sono maggiori nelle posizioni *orto* e *para* (rispettivamente 0.37 e -0.52 , rispetto a -0.16 in posizione *meta*) e questo giustifica l'orientamento della reazione. Se esaminiamo, poi, la distribuzione della carica sull'anello troveremo che le stesse posizioni sono quelle che presentano la carica maggiore: i due termini dell'equazione di Klopman-Salem danno lo stesso risultato.

Prendiamo in considerazione il bromobenzene: in questo caso l'HOMO del composto si trova a -9.81 eV. L'orbitale ha un'energia più bassa di quella del benzene. Quest'orbitale interagirà meno con qualsiasi LUMO rispetto al benzene e questo giustifica il ruolo disattivante del sostituito. Tuttavia, se si esamina l'HOMO del bromobenzene

56 (Figura 2), si vedrà che anche in questo caso le posizioni in *orto* e *para* rispetto al sostituito sono quelle con

i maggiori coefficienti atomici (-0.28 e 0.51 rispetto a 0.24 in *meta*), giustificando in questo modo l'orientamento della reazione. Se, infine, consideriamo l'acido benzoico, ci troviamo di fronte ad un caso diverso. Il gruppo CO_2H è disattivante, *meta* orientante. In questo caso l'HOMO si trova a -10.13 eV. La possibilità di interazione di questo orbitale con un LUMO qualsiasi è ancora minore rispetto al benzene. In questo caso l'interazione è così debole che può essere importante il contributo dell'altro termine dell'equazione di Klopman-Salem, il termine che considera l'interazione fra cariche. In questo caso, cioè, la reazione avverrà sull'atomo di carbonio che presenta la maggiore carica negativa. Vediamo che la carica negativa è massima nella posizione *meta* (-0.12 contro -0.04 in *orto* e -0.07 in *para*). In questo caso, quindi, l'interazione fra gli orbitali di frontiera non determina più l'orientamento, mentre questo è determinato dalle interazioni elettrostatiche fra i reagenti.

Altra cosa che questa teoria ci permette di interpretare sono le differenze di comportamento osservate quando uno stesso substrato viene trattato con diversi elettrofili. Il fenolo, sottoposto a nitratura, dà il 40.0% dell'*orto*-nitrofenolo e il 60.0% del *para*-nitrofenolo; lo stesso substrato, sottoposto a bromurazione, dà il 9.8% dell'*orto*-bromofenolo e il 90.2% del *para*-nitrofenolo: in tutte e due le reazioni si ottengono, come previsto, solo i prodotti di sostituzione in *orto* e *para*, ma come giustificare il fatto che la bromurazione è molto più selettiva della nitratura? Nelle due reazioni vengono usati elettrofili diversi: nella nitratura NO_2^+ ha una netta carica positiva; la reazione risentirà notevolmente del termine legato alla carica, mentre, nella bromurazione, dove veri elettrofili carichi

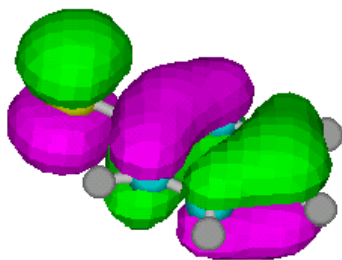


Figura 2 - HOMO del bromobenzene

I colori rappresentano il segno della fase dell'orbitale molecolare. L'eventuale inversione dei colori non ha alcun significato fisico

probabilmente non si formano, prevarrà nettamente l'interazione fra gli orbitali di frontiera. Nel fenolo la distribuzione della carica è massima nelle posizioni *orto* e *para* con prevalenza nella posizione *orto*. Al contrario, i coefficienti atomici delle posizioni *orto* e *para* nell'HOMO sono rispettivamente 0.33 e -0.53 .

Conclusioni

Basta: aver letto un vecchio libro mi ha portato molto lontano, a parlare di orbitali di frontiera; a questo punto viene solo da riflettere su quanto sia cambiato l'approccio a questo tipo di reazioni in un tempo in fondo non così tanto lungo. Panizzi, in fondo, è stato anche un mio insegnante, anche se non insegnava già più da tempo le cose di cui abbiamo parlato.

Vale la pena di notare anche un'altra cosa, probabilmente ovvia. Abbiamo visto che l'approccio alla spiegazione di un singolo fenomeno può essere realizzato seguendo differenti metodologie: queste metodologie possono essere o non essere antitetiche; l'interpretazione della selettività della reazione di sostituzione elettrofila mediante la teoria della polarità alternante non aveva senso, ed è stata completamente dimenticata. La spiegazione della selettività sulla base degli effetti di stabilizzazione sul complesso σ e quella che usa l'equazione di Klopman-Salem, al contrario, non sono approcci antitetici. Permettono di seguire lo stesso fenomeno a livelli di complessità diversi: per questo permettono a chi li usa di arrivare a livelli di progressivo affinamento diversi.

Bibliografia

- [1] L. Panizzi, L. Grazzini, G. Cardinale, Lezioni di chimica organica II, La goliardica Editrice, Roma.
- [2] H. C. Brown, J. D. Brady, *J. Am. Chem. Soc.*, 1952, **74**, 3570.
- [3] G. A. Olah, N. A. Overchuk, *J. Am. Chem. Soc.*, 1965, **87**, 1965.
- [4] A. Holleman, *Chem. Rev.*, 1924, **1**, 187.
- [5] P. Karrer, Trattato di chimica organica, Sansoni, Firenze, 1965.
- [6] O. Reutov, Theoretical principles of organic chemistry, Mir, Mosca, 1970.
- [7] M. D'Auria, Lezioni di chimica organica, Ermes, Potenza, 2001.
- [8] F. A. Carey, R. J. Sundberg, Advanced organic chemistry, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2000.
- [9] G. Klopman, *J. Am. Chem. Soc.* 1968, **90**, 223.
- [10] L. Salem, *J. Am. Chem. Soc.* 1968, **90**, 543.
- [11] L. Salem, *J. Am. Chem. Soc.* 1968, **90**, 953.

Una intervista con Alex H. JOHNSTONE

Alex H. Johnstone è stato Professore di Chimica e Direttore del Teaching and Learning Service. Professore Emerito di Science Education, Direttore e ora Direttore Associato del Centre for Science Education all'Università di Glasgow.

Tradotto col permesso del *Journal of Chemical Education*, Vol. 77, No. 12, 2000, pp. 1571-1573; copyright ©2000, Division of Chemical Education, Inc.

Riassunto

In questa intervista, Alex H. Johnstone discute alcune questioni rilevanti riguardanti l'insegnamento con riferimento alla sua grande esperienza personale e ai risultati delle sue ricerche nella scienza dell'educazione. Rivela qualche aspetto della sua vita privata e offre i "Dieci Comandamenti per la Didattica" da usarsi come "stelle che indicano il percorso". Fornisce una visione personale su alcune questioni che possono essere importanti per il futuro dell'istruzione.

Abstract

In this interview, Alex H. Johnstone discusses some important questions based on his large personal experience in the teaching field and from the results of his research in the field of science education. He sheds some light on his private life and offers the "Ten Educational Commandments" to be used as "stars to steer by". He provides a personal perspective on several questions that can have an impact on the future of education.

L'intervista

Come descriverebbe la sua formazione primaria? Ha influito nella sua scelta della carriera scientifica o questa è stata il risultato dell'influenza dei genitori, dell'ambiente sociale, o di altro tipo?

Sono cresciuto nella città di Leith, il porto sul mare di Edinburgh in Scozia. La mia famiglia era composta in gran parte da non-professionisti, ma

(*) Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra, Via Breccie Bianche, 60131 Ancona, Italy.

e-mail: libero@unian.it

Marzo - Aprile 2002

LIBERATO CARDELLINI (*)



Alex H. Johnstone

mia nonna era stata un insegnante e mi ha incoraggiato ad amare i libri. Uno dei miei fratelli è andato a Chicago a studiare ed è diventato un ministro battista nell'Illinois. Ho incominciato la scuola superiore durante la seconda guerra mondiale e così la maggior parte dei miei insegnanti erano donne o uomini già in pensione, richiamati in servizio perché gli uomini e le donne più giovani erano nell'esercito. Erano, nell'insieme, un gruppo brillante di gente dedicata che hanno acceso il mio amore verso l'apprendimento; così tanto che quando sono giunto alla fine del liceo, avevo un problema.

Dovevo prendere una decisione circa la mia istruzione universitaria: dovevo studiare Inglese, Medicina, Scienza, Matematica o Teologia? Ero interessato a molte arti e scienze ma ero in erba! A quel tempo, l'area più difficile di studio in cui entrare erano le Scienze, e così questo impudente giovincello ha deciso di provarci. Sono entrato nella Facoltà di Scienze dell'Università di Edinburgo per studiare Fisica, Matematica e Chimica e alla fine mi sono specializzato in Chimica ad indirizzo Biologico. Ho conservato tutti i miei altri interessi come "hobby." Dopo ho seguito corsi di addestramento per l'insegnamento al Moray House College, una valida scuola di psicologia psicometrica. Sono stato attratto dalla chimica e dalla psicologia, un duplice interesse che ho coltivato durante tutta la mia carriera. Questo interesse è stato rinforzato da un periodo trascorso nell'esercito quando ho servito in un'unità che si occupava della psicologia del comando. Dopo questo periodo ho incominciato ad insegnare la chimica nelle scuole superiori per 13 anni, dove sono stato coinvolto profonda-

mente nella progettazione dei curricoli e nella valutazione dell'apprendimento della chimica a livello nazionale. Tutto questo accadeva al tempo del ChemStudy negli anni '60. Un po' dappertutto accadeva qualche cosa di sbagliato nell'insegnamento della chimica, e gli studenti votavano (ed ancora lo fanno) coi loro piedi per evitare la chimica. In Scozia, tuttavia, si è andati contro questa tendenza, e il numero degli studenti di chimica nei licei e nelle università è costantemente aumentato! Forse abbiamo indovinato la formula!

Quando è andato in tesi, ha cercato qualcuno in particolare con cui lavorare? Chi è stato il professore che lo ha assistito e per quale motivo lo ha scelto? Quale è stata la cosa più importante che da lui ha imparato?

Verso la fine del mio periodo di insegnamento nel liceo sono stato invitato ad accettare un borsa di studio per la ricerca all'Università di Glasgow per seguire i miei interessi in chimica inorganica e nella didattica. Il Prof. David Sharp, Ramsay Chair di Chimica Inorganica, è divenuto il mio supervisore insieme con il Prof. Stanley Nisbet del Department of Education, ed il mio Ph.D. alla fine è stato presentato in Didattica della Chimica piuttosto che in Chimica pura. In questo periodo ho fatto intensi studi in psicologia e alla fine poggiavo su "due gambe"; una salda in chimica bioinorganica ed l'altra nella didattica. Questo mi ha posto in una posizione quasi unica fra i chimici. Ero un chimico che poteva parlare alla pari coi pedagogisti e uno psicologo educativo che poteva parlare ai chimici. Ben presto fu formato un gruppo di ricerca di chimici che voleva conoscere maggiormente

le questioni riguardanti la didattica, ed è emerso un Centro per la Didattica delle Scienze (Centre for Science Education) che abbraccia tutte le discipline all'interno della Facoltà di Scienze dell'Università di Glasgow. Ho continuato ad insegnare chimica a tutti i livelli, ma la mia ricerca ha riguardato la Didattica delle Scienze. Questo è risultato in circa 200 pubblicazioni e più di 70 Ph.D. nel settore.

Con un così grande numero di studenti, di pubblicazioni e di visitatori, uno potrebbe immaginare che lei lavori dall'alba al tramonto. Ha altri interessi?

Rispondendo alla sua prima domanda ho suggerito che sono realmente interessato a molte scienze. Ho diversi interessi e il mio svago principale sono le escursioni sulle colline. Mentre mi arrampico, trovo interesse nella botanica, nella geologia, nella vita degli uccelli e nell'archeologia della regione. Sono molto interessato nell'archeologia, e l'area dove vivo è ricca di reperti con almeno 10.000 anni! Amo le arti visuali e la musica (specialmente mi diverto a cantare), e contribuisco alla vita della chiesa come predicatore laico.

Il suo lavoro è stato riconosciuto dal conferimento di cinque prestigiosi premi internazionali. Quale considera la sua realizzazione più importante? Di quale risultato si sente più orgoglioso?

I riconoscimenti internazionali [1, 2] sono benvenuti e lasciano un caldo fervore, ma la gioia profonda di vedere gli studenti e i giovani laureati contagiati dal mio stesso entusiasmo è la ricompensa più grande di tutte.

Se domani si risvegliasse a 21 anni di nuovo, rifarebbe ancora la sua carriera in didattica? Perché sì o perché no? Cosa ancora lo affascina in questo settore? Cosa lo frustra?

Molti anni fa ho avuto un periodo di revisione critica circa il fatto se usassi la mia laurea in chimica nel modo migliore. Spendevo moltissimo tempo per questioni di didattica e me ne restava poco per spingere in avanti le frontiere della chimica. E allora mi sono reso conto che nel rendere centinaia o perfino migliaia di giovani

entusiasti per la chimica avevo un ruolo, perché essi potrebbero fare per la chimica molto più di me se avessi lavorato da solo. Sì, sceglierei ancora l'insegnamento.

Lei è l'autore dei "Dieci Comandamenti Didattici" (vedi sotto). In quale misura questi comandamenti sono stati trasferiti dalla ricerca alla pratica nell'insegnamento?

Dieci Comandamenti Didattici

1. Ciò che si apprende è controllato da ciò che già si conosce e si comprende.

2. Come si apprende è controllato da come si è già imparato precedentemente con successo (in relazione allo stile di apprendimento ma anche alla propria interpretazione delle "regole").

3. Per essere significativo, l'apprendimento deve essere collegato alle abilità e conoscenze già esistenti, arricchendo ed estendendo entrambe [3].

4. La quantità di informazione che può essere elaborata nell'unità di tempo è limitata [4].

5. Per un agevole apprendimento sono necessari conferme e feedback e la valutazione deve essere umana.

6. E' necessario tenere conto degli stili di apprendimento e della motivazione.

7. Gli studenti devono consolidare quanto hanno appreso riflettendo su quanto viene costruito nelle loro menti (metacognizione).

8. Deve esserci spazio per il Problem Solving in senso pieno [5].

9. Deve esserci la possibilità di creare, difendere, sperimentare e fare ipotesi.

10. Gli studenti devono avere l'opportunità di insegnare (non si impara veramente finché non si insegna) [6].

Non reclamo alcuna originalità per queste dieci affermazioni. Uno dei miei studenti laureati li ha chiamati i Dieci Comandamenti, ma in realtà sono distillati di idee note da diverse fonti.

Tutti sono stati incorporati nel mio lavoro di ricerca e sviluppo durante gli anni, e li ho usati come "punti di orientamento". Sarebbe sciocco vantare che essi siano stati tradotti completamente in pratica, ma ci sono evidenze per il trasferimento dei numeri 1-3 in lavori sulla preparazione di esperienze di laboratorio, e il punto 8 sta ora ricevendo molta attenzione.

Potrebbe descrivere come pensa dovrebbe essere condotta la valutazione degli studenti? Può dire se negli anni sono cambiati i suoi pensieri su questa parte del nostro impegno didattico e perché?

L'accertamento della preparazione è un'area che credo venga trattata in modo troppo semplicistico [7]. E' certamente indietro rispetto ai molti sviluppi del curriculum e, in qualche misura, li sta frenando. Questo è particolarmente evidente nell'area dell'apprendimento basato su problemi (problem-based learning) dove il "comandamento 8" viene messo in pratica e il raggiungimento della preparazione viene valutato con domande a scelta multipla. Una è l'antitesi dell'altra! Ci si deve congratulare con l'ACS (N.d.T. American Chemical Society) per i suoi sforzi di esplorare l'accertamento più a fondo. Posso approfittare di questa opportunità e menzionare che sto attualmente scrivendo un libro sulla valutazione?

Professor Johnstone, lei ha scritto un testo di Chimica Generale che ha venduto oltre un milione di copie. Qual è il suo segreto? Quali sono le differenze maggiori tra questo libro ed altri presenti sul mercato? Perché le sue innovazioni hanno funzionato mentre molti altri hanno fallito? Quali sono le trappole nel cercare di integrare i risultati della ricerca nel curriculum?

Troppi libri di testo sono modelli di "pensiero logico", ma pochi tengono in qualche conto i fattori psicologici legati all'apprendimento, nella formazione dei concetti, nelle intercorrelazioni tra gli stessi. Se abbiamo avuto qualche successo, può essere dovuto al fatto che abbiamo adottato un approccio psicologico restando fedeli alla sostanza della chimica [8]. Siamo anche stati fortunati nel pubblicare in un periodo in cui il curriculum non era stato ancora formalizzato in con-

creto. Gli insegnanti erano aperti alle idee. Ora c'è una vera pressione verso gli autori dei libri di testo affinché si adattino allo schema prestabilito del curriculum "accettato". Guai a chi è troppo avventuroso: le sue vendite sono condannate all'insuccesso.

I ricercatori in didattica chimica si lamentano che il loro lavoro non riceve il rispetto che merita, ma altri insistono che tale ricerca ha prodotto scarse conseguenze; quando della conoscenza utile verrà prodotta, il rispetto seguirà. Come valuta la situazione?

Credo che questo stia cambiando, almeno nel Regno Unito. La valutazione dell'università da parte del Governo ora poggia su due pilastri, ricerca e insegnamento. I dipartimenti delle università che risultano deficienti in queste due attività sono privati dei fondi o vengono perfino chiusi. Ora è obbligatorio che tutti i nuovi insegnanti dell'università devono seguire dei corsi di addestramento nell'insegnamento, e gli insegnanti esistenti sono sollecitati a seguire questo addestramento volontariamente. Ci sono segni premonitori che coloro che non si sottoporrono a tali corsi, ne soffriranno al momento della promozione! In alcune delle nostre migliori università è possibile diventare professore associato sulla base di titoli didattici. Sembra soltanto logico che se vogliamo essere insegnanti professionisti di chimica, dobbiamo essere professionali sia come chimici che come insegnanti.

Lei è stato Direttore del Centro per la Didattica delle Scienze all'Università di Glasgow. Come valuta il trasferimento all'Università della nuova conoscenza generata nel Centro?

La migliore evidenza che le cose avvengono si è avuta all'inizio del 1994 quando sono stato invitato dal Rettore dell'Università di Glasgow a fondare il Teaching and Learning Service, un servizio per tutti i dipartimenti dell'università. Aveva osservato la nostra ricerca, ancorata nella pratica, ed aveva sentito del nostro lavoro attraverso la Facoltà di Scienze. Ha deciso che avevo abbastanza anzianità di servizio e reputazione per "vendere" tecniche didattiche e idee innovative ai colleghi di tutta l'università. Ho ri-

nito otto buoni insegnanti di discipline diverse ed abbiamo iniziato un servizio con l'intento di adempiere due scopi principali. Primo, dovevamo addestrare i nuovi insegnanti dell'università, come ho menzionato nella mia risposta alla sua domanda precedente. Era addestramento nella teoria educativa fermamente basata sui risultati della ricerca e sulla pratica pedagogica. Il nostro secondo compito era stimolare e sostenere l'innovazione educativa in tutti i dipartimenti offrendo consigli, competenze e scambi di esperienze tra i dipartimenti. Ricordo un giorno abbastanza tipico quando ho cominciato visitando il Dipartimento di Musica per conoscere come essi gestiscono corsi d'insegnamento tutoriale con email; poi sono andato a quello di Fisica per discutere un problema che avevano circa le abilità trasferibili. Questo è stato seguito da una visita alla Facoltà di Teologia dove mi sono seduto in aula per ascoltare una lezione presentata da un docente che riceveva commenti poco favorevoli dai suoi studenti ed offrire aiuto basato sulla nostra ricerca. Il pomeriggio è stato concluso con una riunione con tutto il corpo docente della Facoltà di Legge per discutere di metodi moderni di valutazione. Questo era il riconoscimento delle competenze del Centro in senso pratico.

Negli USA le difficoltà di ottenere supporto finanziario per studenti laureati spesso limitano i programmi di ricerca. Lei come evita il problema?

Questa è una questione molto dibattuta, tuttavia raramente ho avuto difficoltà nel trovare finanziamenti. Il mio gruppo di ricerca composto al momento da 14 ricercatori contiene solo due insegnanti della scuola secondaria; essi hanno bisogno di fondi molto limitati e lavorano part time. La maggioranza dei miei studenti sono finanziati con borse di studio istituite da industrie o se sono studenti esteri sono sostenuti dai loro governi o dalle loro università di provenienza o dal British Council, che è un organismo del governo Inglese che dà aiuto educativo e culturale a paesi esteri. L'industria chimica è ben consapevole che i germogli dei suoi impiegati futuri crescono e vengono allevati nelle scuole e nelle università, e sono attente ad assicurarsi un flusso co-

stante di buoni chimici giovani. In Gran Bretagna le industrie devolvono soldi anche per ricerche nelle scuole primarie per incoraggiare perfino i più giovani! La cosa importante è di avere un gruppo numeroso così che possano alimentarsi a vicenda e creare una "massa critica" dalla quale vengano idee nuove. Questo grande gruppo come cresce la sua reputazione attira finanziamenti. Ho incominciato con uno studente, ma questi sono saliti a quattro in un anno e, in più di 25 anni, sono raramente scesi sotto a dieci.

Sembrano esserci pochi centri dove la ricerca educativa viene condotta in modo sistematico. Dovrebbero essercene di più? In tal caso, quali risorse sono richieste, e come può un giovane educatore chimico acquisire le risorse necessarie in un ambiente competitivo? Per il bene della didattica della chimica è meglio concentrare la ricerca in pochi centri, o la ricerca educativa in chimica deve essere condotta in ogni università?

Credo ci sia un limite al numero di grandi centri, ma sono convinto che la cosa importante per i ricercatori è essere anche insegnanti. È disastroso che un ricercatore o un gruppo sia distaccato proprio dalle discipline che cerca di servire. La credibilità come chimico è una parte essenziale della credibilità come ricercatore in didattica della chimica. La maggior parte delle università potrebbero avere uno specialista in didattica della chimica tra il personale accademico; qualcuno che possa "parlare il linguaggio" sia dei chimici che dei pedagogisti ed agire come un ponte tra loro.

I chimici conoscono come insegnare la disciplina, ma questa informazione è senza valore se manca un sistema cognitivo che la informa. Potrebbe spiegare perché avere una struttura cognitiva sia più importante di un insieme di informazioni? Come è possibile insegnare una struttura cognitiva?

Non sono sicuro di concordare con l'inizio della domanda. Molti chimici possono conoscere la chimica ma non conoscere la maniera di insegnarla. In giro c'è un'arroganza che immagina l'insegnamento come un processo osmotico per mezzo del quale la conoscenza dall'insegnante viene tra-

smessa intatta nella testa degli studenti. Se questo non avviene, lo studente è stupido o svogliato o entrambi! La lezione più grande che noi tutti dobbiamo imparare è quella che la conoscenza viene *costruita* in modo personale da ogni studente in base a ciò che l'insegnante dice o che lo studente pensa che l'insegnante dica. L'apprendimento avviene contro uno sfondo di precedenti conoscenze, convinzioni, e pregiudizi. E così siamo ritornati al punto di partenza dei Dieci Comandamenti. Se li ignoriamo, lo facciamo a nostro rischio e a detrimento dei nostri studenti. Sono abbastanza anziano per riconoscere che alcune delle cose che mi sono state insegnate quando ero uno studente universitario non sono più accettate dalla comunità dei chimici. Così molto di quello che chiamiamo "fatti" può essere transitorio e può essere solo un passo verso una più profonda comprensione. Non arrossisci quando cerchi di insegnare il legame, sapendo quante mezze-verità (se ci sono verità) stiamo "vendendo"? Molto dovrà essere disinsegnato più tardi; ma disinsegnare è molto più difficile che insegnare. Sono giunto alla convinzione che i "fatti" possono essere provvisori, ma le maniere di ragionare sulla conoscenza e di acquisire conoscenza hanno una vita molto più lunga. La chimica è una delle discipline dove noi e i nostri studenti impariamo a porre domande al mondo inanimato e ad ottenere risposte che possono avere senso. La chimica è realmente una maniera di porsi domande, una maniera unica nelle scienze, che ci permette di penetrare tutta un'area di conoscenza e condividerla coi nostri studenti. Trasmettere l'idea che i "fatti" della chimica sono immutabili è fare un disservizio ai nostri studenti. Ciò di cui essi hanno bisogno è un insieme di mezzi intellettuali che li renda capaci di continuare la ricerca.

Conclusione

Nel rispondere all'ultima domanda, ha commentato che "La chimica è real-

mente una maniera di porre domande, una maniera unica nelle scienze, che ci permette di penetrare tutta un'area di conoscenza e condividerla coi nostri studenti". Mi viene in mente che la sua ricerca nella didattica della chimica ha riguardato una maniera di porre domande che è essa pure unica. Il suo bagaglio culturale in psicologia ed in chimica le ha fornito un insieme di strumenti intellettuali che, combinati con i suoi doni intellettuali unici, ha contribuito enormemente alla comprensione nel campo. Per conto della comunità della didattica della chimica, desidero ringraziarla per aver condiviso le sue intuizioni e per i suoi molti anni di servizio alla ricerca in didattica della chimica.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare Otto T. Benfey del Guilford College, Greensboro, Diane M. Bunce della Catholic University, Washington, J. Dudley Herron dell'University of North Carolina, Wilmington, Mary Virginia Orna del Chemical Heritage Foundation, Philadelphia, Peter Towse dell'University of Leeds, England, per i molti consigli e suggerimenti che mi hanno dato per migliorare le domande di questa intervista e John W. Moore, Editore del *Journal of Chemical Education* per averne autorizzato la traduzione italiana.

Bibliografia

- [1] A. H. Johnstone, Chemical Education Research: Facts, Findings, and Consequences, *Chem. Soc. Rev.* 1980, **9**, 365-380.
- [2] A. H. Johnstone, Chemistry Teaching—Science or Alchemy?, *J. Chem. Educ.* 1997, **74**, 262-268.
- [3] A. H. Johnstone, *Chemical Education Research and Practice in Europe (CERAPIE)*, 2000, **1**, 9-15. Online at http://www.uoi.gr/conf_sem/cerapie/.
- [4] A. H. Johnstone, The Development of Chemistry Teaching, *J. Chem. Educ.* 1993, **70**, 701-705.
- [5] A. H. Johnstone, In *Creative Problem Solving in Chemistry*, C. A. Wood, Ed.; Royal Society of Chemistry: London, 1993.
- [6] G. Sirhan, C. Gray, A. H. Johnstone, N. Reid, Preparing the Mind of the Learner, *U. Chem. Ed.* 1999, **3**, 43-46.

[7] M. Bahar, A. H. Johnstone, M. H. Hansell, Structural Communication Grids: a valuable assessment and diagnostic tool for science teachers, *J. Bio. Educ.* 2000, **34**, 87-89.

[8] A. H. Johnstone, T. I. Morrison, N. Reid, *Chemistry About Us*, Heinemann: London, 1988.

ALTRE PUBBLICAZIONI RILEVANTI

- A. H. Johnstone, J. J. MacDonald, G. Webb, Chemical equilibrium and its conceptual difficulties, *Education in Chemistry*, 1977, **14** (6), 169-171.
- A. H. Johnstone, N. Reid, Towards a Model for Attitude Change, *European Journal of Science Education*, 1981, **3** (2), 205-212.
- A. H. Johnstone, A. J. B. Wham, The demands of practical work, *Education in Chemistry*, 1982, **19** (3), 71-73.
- A. H. Johnstone, Joseph Black—The Father of Chemical Education?, *Journal of Chemical Education* 1984, **61** (7), 605-606.
- A. H. Johnstone, New Stars for the Teacher to Steer by?, *Journal of Chemical Education* 1984, **61** (10), 847-849.
- A. H. Johnstone, J. R. T. Cassels, *Words that Matter in Science*, The Royal Society of Chemistry: London, 1985.
- A. H. Johnstone, H. El-Banna, Capacities, demands and processes – a predictive model for science education, *Education in Chemistry*, 1986, **23** (3), 80-84.
- M. S. Byrne, A. H. Johnstone, Critical Thinking and Science Education, *Studies in Higher Education*, 1987, **12** (3), 325-339.
- A. H. Johnstone, F. F. Al-Naeme, Room for scientific thought?, *International Journal of Science Education*, 1991, **13** (2), 187-192.
- A. H. Johnstone, R. J. Sleet, J. F. Vianna, An Information Processing Model of Learning: its application to an undergraduate laboratory course in chemistry, *Studies in Higher Education*, 1994, **19** (1), 77-87.
- A. H. Johnstone, Chemical Education Research – Where from Here?, *University Chemistry Education*, 2000, **4** (1), 32-36.
- A. H. Johnstone, Can Problem Solving be taught? (Nyholm Symposium), *University Chemistry Education*, 2001, **5** (2), 12-18.
- A. H. Johnstone, *Evaluation of teaching*, LTSN Physical Sciences: University of Hull, UK, 2001.
- A. H. Johnstone, A. Ambusaidi, Fixed response questions with a difference, *CERAPIE*, 2001, **2** (3), 313-327. Online at: http://www.uoi.gr/conf_sem/cerapie/
- A. H. Johnstone, G. Webb, *Energia, Caos e reazioni chimiche. Concetti e applicazioni della termodinamica chimica*, Piccin Editore: Padova, 2002.

Studio della formazione di sostanze insolubili

Riassunto

L'esercitazione comporta l'organizzazione di una sequenza sistematica di operazioni di laboratorio, l'esecuzione di semplici reazioni di precipitazione, la registrazione dei risultati e la loro interpretazione.

In questo modo gli studenti osservano la formazione di precipitati di vario tipo, prendono familiarità con alcuni composti inorganici e con la loro nomenclatura.

Dopo la parte sperimentale gli studenti sulla base di poche conoscenze sulla formazione di precipitati e sulla solubilità delle varie sostanze analizzeranno i dati sperimentali; ragionando per esclusione, formuleranno delle ipotesi sulla composizione dei precipitati e scriveranno le corrispondenti reazioni di precipitazione.

Le ipotesi dovranno essere discusse con il docente, confermate o eventualmente corrette.

Abstract

The laboratory experiments requires the organization of a systematic sequence of practical work, performing simple reaction of precipitation and recording the results and their interpretation. In this way students observe the precipitation of various substances, and become confident with some inorganic compounds and their naming. After the practical work students are required to analyze experimental facts on the basis of a few informations on the formation of precipitates and solubility of substances, and by exclusion will be able to present an hypothesis on the nature of the precipitate and to write the corresponding equation.

The hypothesis shall be discussed

(*) e-mail: e.niccoli@tiscalinet.it

(**) Dipartimento di Chimica
"G. Ciamician" -Università di Bologna,
via Selmi 2 - 40126 Bologna
e-mail: fpens@ciam.unibo.it

ERMANNO NICCOLI (*)

PASQUALE FETTO (**)

together with the teacher, confirmed or discarded if the case.

Premessa e obiettivi dell'esercitazione

L'esercitazione che segue è stata pensata per studenti del biennio iniziale della scuola secondaria superiore con età inferiore a sedici anni.

L'attività di laboratorio comporta l'esecuzione di semplici reazioni di precipitazione, e la loro interpretazione, a partire da elementari conoscenze. Si suppone che gli studenti possiedano anche le informazioni fondamentali relative al Sistema Periodico degli Elementi.

L'attività consiste in una sequenza sistematica di operazioni che richiedono una buona organizzazione mentale e manuale alle quali gli studenti di questa età non sono di norma abituati.

Gli studenti potranno così osservare la formazione di precipitati di vario tipo, taluni caratterizzati da colori spettacolari che stimoleranno la loro curiosità.

È utile che l'insegnante prima di iniziare l'esercitazione "presenti" agli studenti le sostanze che essi utilizzeranno. Gli studenti non dovranno in linea di massima manipolare direttamente le sostanze allo stato puro e la presentazione può consistere nel fare osservare, a cura dell'insegnante, su di un vetrino da orologio le caratteristiche delle sostanze stesse e nel fare leggere sulle etichette delle confezioni nomi, formule ed altri dati. Gli studenti prenderanno così familiarità con una ricca serie di composti inorganici e sulla loro nomenclatura.

La parte sperimentale sarà seguita da un'analisi dove si terrà conto di tutte le informazioni relative alla formazio-

ne di precipitati e relative alla solubilità delle varie sostanze direttamente ricavabili dai dati sperimentali di cui si dispone o da appositi saggi di solubilità: ragionando per esclusione gli studenti formuleranno delle ragionevoli ipotesi sulla composizione dei precipitati.

Le ipotesi verranno discusse con il docente che correggerà o confermerà le previsioni fatte e qualora gli studenti non possano pervenire a conclusioni corrette esclusivamente sulla base delle loro conoscenze, come nel caso degli idrossidi che si trasformano spontaneamente in ossidi oppure come nel caso della formazione di sali basici, l'insegnante provvederà ad integrare le loro conoscenze, sottolineando contemporaneamente la necessità di senso critico e di continue verifiche sperimentali, in particolare la necessità che ogni ipotesi esplicativa venga confermata da ulteriori dati sperimentali.

Gli studenti si eserciteranno inoltre a scrivere e bilanciare reazioni (doppio scambio) che comportano la formazione di precipitati.

L'esercitazione comporta anche che si apra la discussione sul problema della nocività delle sostanze e della sicurezza ambientale, evitando però di provocare controproducenti atteggiamenti di paura e di rifiuto ma al contrario affermando il principio che la vera sicurezza deriva dalla conoscenza e dalla consapevolezza. È tuttavia preferibile che gli studenti di questa età manipolino esclusivamente soluzioni diluite.

La formula di ogni sostanza sarà accompagnata dalla corrispondente frase di rischio, della quale il docente dovrà chiarire il significato, il docente dovrà inoltre aprire la discussione sui problemi relativi allo smaltimento dei rifiuti chimici.

Nell'esercitazione è previsto infatti l'uso di sostanze che normalmente comportano problemi di smaltimento come i sali contenenti piombo(II), mercurio (II) o cromo(VI); l'utilizza-

zione di queste sostanze viene tuttavia proposta in quanto la loro manipolazione sotto forma di soluzioni diluite non comporta gravi problemi e in compenso si formano precipitati dai colori vivaci che colpiscono l'attenzione.

Aspetti connessi con l'impatto ambientale e la sicurezza

Le norme ed i consigli che seguono sono ricavati direttamente dalla legge italiana che a sua volta ha recepito la normativa europea, essi riguardano sia la sicurezza di chi opera con sostanze chimiche sia la salvaguardia dell'ambiente.

Bisogna tuttavia osservare che molti passi della legge sono di difficile realizzazione e, se seguiti pedissequamente da parte degli operatori scolastici, impedirebbero di fatto le attività sperimentali.

Il compito dei docenti di discipline scientifiche e in particolare di chimica è quello di creare condizioni operative accettabili sotto il profilo della sicurezza, non solo evitando che gli studenti manipolino sostanze pure ma facendo utilizzare, a seconda delle operazioni eseguite, guanti, occhiali e camici..

In ogni caso il docente, se l'età degli studenti lo richiede, può modificare l'esercitazione utilizzando sostanze alternative.

È necessario comunque abituare gli studenti a considerare attentamente per ogni sostanza tutte le indicazioni contenute nell'apposita scheda, in particolare l'insegnante deve:

1. Informare gli studenti sui pericoli che l'uso di determinate sostanze può comportare.
2. Disporre sempre di schede relative alle sostanze utilizzate dalle quali si possano ricavare le informazioni necessarie sui pericoli sotto forma di **frasi di rischio (R)** e contenente i **consigli di prudenza (S)**
3. Chiarire l'importanza degli strumenti di protezione individuale (occhiali, guanti, camici, ecc.)
4. Definire le norme di comportamento in un laboratorio chimico
5. Far capire l'importanza della raccolta dei rifiuti in appositi contenitori (smaltimento)

Le frasi di rischio (**R**) e i consigli (**S**) si riferiscono ai prodotti commercializzati, mentre per quanto riguarda il loro utilizzo si deve fare riferimento, in termini di tossicità, ai **Limiti di esposizione** espressi in ppm e definiti con

le seguenti sigle (in inglese):

TLV = valore limite di soglia

TLV-TWA = valore limite di soglia – media ponderale nel tempo

TLV-STEL = valore limite di soglia – valore limite per esposizioni di breve durata

I valori dei limiti di esposizione non sono valori assoluti e si riferiscono alle norme stabilite dalla legislazione dei singoli paesi, come tali sono suscettibili di modifiche; infatti, la mancanza di tali valori (nelle schede di sicurezza) oltre a significare la mancanza di limiti può essere dovuta ad una non definita conoscenza (ricerche in corso).

Per chiarire il significato delle sigle precedenti, possiamo utilizzare la sigla italiana **CLM (Concentrazione Limite Media)**; questo valore rappresenta la concentrazione media (ponderata) di sostanza tossica presente nell'atmosfera che, per un intero turno di lavoro (es. 8 ore al giorno per 40 ore settimanali) e con una esposizione continuata per un tempo indefinito, non provoca nell'operatore a contatto con tale sostanza alcun segno o sintomo di malattia. Per alcune sostanze, non potendosi definire il valore di concentrazione medio si esprime un **valore massimo (CLMax)** che rappresenta il valore di concentrazione di sostanza tossica nell'atmosfera che in nessun caso può essere superato. Si deduce che i valori limite di esposizione si riferiscono di norma alle industrie; riteniamo in ogni caso che per una corretta informazione gli studenti debbano conoscere anche questo dato riguardante la tossicità.

Ribadiamo ancora che la bassa concentrazione delle soluzioni utilizzate riducono di molto i rischi per l'operatore, è quindi buona norma in un laboratorio didattico, ciò anche in previsione dello smaltimento, (es. l'HCl concentrato al 37% m/m (12 M) mantiene tutte le caratteristiche di corrosione e tossicità ma, se utilizzato in laboratorio, mantenendo le stesse precauzioni di manipolazione, a concentrazioni più basse sia la tossicità che la corrosione diminuiscono radicalmente, HCl 1 M o HCl 0.1 M)

I consigli che possiamo dare sono i seguenti:

- riciclare ove possibile le sostanze
- ove necessario prevedere lo smaltimento tramite ditte autorizzate specialmente nello smaltimento dei sali

di metalli pesanti.

- non ritirare i prodotti che non sono accompagnati dalla relativa scheda di sicurezza.

La scheda di sicurezza contiene i seguenti punti:

1. Identificazione (nome commerciale, nome chimico secondo nomenclatura del Chemical Abstract, n° registro della casa produttrice, formula, peso molecolare.)
2. Caratteristiche chimico fisiche
3. Classificazione ed etichettatura (indicazione di pericolo, simbolo 'pittogramma', frasi R, consigli S)
4. Criteri di immagazzinamento
5. Norme per il trasporto
6. Criteri di manipolazione
7. Limiti di esposizione
8. Norme per la distruzione
9. Note e aggiornamenti (reazioni pericolose)
10. Informazioni tossicologiche
11. Informazioni ecologiche
12. Controlli sanitari
13. Interventi in caso di emergenza (a) primo soccorso 'contatto con gli occhi, con la pelle, ingestione, inalazioni; (b) perdite e sversamenti; (c) incendio.
14. Bibliografia

Si raccomanda la massima attenzione a questa parte dell'esercitazione. Gli studenti devono essere educati alla sicurezza e coscienti che lavorare in sicurezza è la prima norma di un cittadino che abbia a cuore la qualità della vita.

Gli insegnanti che sentissero l'esigenza di maggiori chiarimenti possono rivolgersi direttamente alla redazione della rivista (Pasquale Fetto).

Parte sperimentale

Per semplificare le procedure e l'organizzazione dell'esercitazione si consiglia di fare lavorare gli studenti a piccoli gruppi in modo da non avere più di dieci postazioni di lavoro. Tenuto conto delle caratteristiche della classe ed delle condizioni in cui ci si trova ad operare può essere necessario contenere le difficoltà organizzative, in questo caso si può ridurre il numero delle sostanze usate.

Materiale occorrente per ciascuna postazione di lavoro

- Soluzioni circa 0,1 molari delle seguenti sostanze:
 - a. idrossido di potassio, KOH (essente da carbonati);
 - b. ioduro di potassio, KI;

c. solfato di potassio, K_2SO_4 ;
 d. cromato di potassio, K_2CrO_4 ;
 e. nitrato di piombo(II), $Pb(NO_3)_2$;
 f. cloruro di bario, $BaCl_2 \cdot 2H_2O$
 g. cloruro di mercurio(II), $HgCl_2 \cdot 2H_2O$

• Le seguenti sostanze allo stato solido: nitrato di potassio (KNO_3), cloruro di potassio (KCl)

• Otto bottigliette munite di tappo smerigliato con contagocce, ciascuna contenente una delle soluzioni sopra riportate e recante una etichetta con scritto il nome e la formula del composto corrispondente.

• Si dispongono trenta provette, munite di etichette, tenute in piedi nei porta-provette, in becker oppure in scatole.

• Una spatola

• Una spruzzetta con dell'acqua distillata

• Si predispongono la tabella 1.

Ad ogni alunno deve essere distribuita la tabella (tabella 2) contenente i dati relativi alle sostanze utilizzate nella esercitazione descritta.

Tabella 2.

Sostanza	Fraasi di rischio R	Consigli di prudenza S	Indicazioni di rischio
KOH	R: 35	S: 2-26-37/39	Corrosivo
KI	-	-	-
K_2SO_4	-	-	-
K_2CrO_4	R: 37/36/38-43	S: 22-28	Irritante
$Pb(NO_3)_2$	R: 61-20/22-33-50/53/62	S: 13-20/22	Nocivo
$BaCl_2$	R: 20/22	S: 28	Nocivo
$HgCl_2$	R: 26/27/28-33	S: 1/2-13-28-45	Altamente tossico

Si può notare che nella tabella sia le fraasi di rischio che i consigli di prudenza per le sostanze non sempre sono singole ma, spesso sono un'insieme di fraasi che vanno lette nel seguente modo: es. 37/36/38 indica una frase composta già predefinita; 38-43 indica tutti i rischi compresi nell'intervallo. In buona approssimazione di intendono come la somma di tutte le fraasi di rischio. Si comprende facilmente che la definizione delle fraasi composte è complessa e si deve ricorrere alle schede di sicurezza. Sul sito della Divisione di Didattica (<http://www.ciam.unibo.it/didichim>) è possibile avere un quadro più ampio ma, non esaustivo, delle norme cliccando sul link "sicurezza".

Procedimento

Mediante il contagocce di una delle

Tabella 1.

	KOH					
KI		KI				
K_2SO_4			K_2SO_4			
K_2CrO_4				K_2CrO_4		
$Pb(NO_3)_2$					$Pb(NO_3)_2$	
$BaCl_2$						$BaCl_2$
$HgCl_2$						

bottigliette si pone un poco di soluzione in una provetta, mediante il contagocce di un'altra bottiglietta si aggiunge nella stessa provetta la stessa quantità di una seconda soluzione. Si riportano sulle etichette le lettere, con cui abbiamo contraddistinto le sostanze e quindi il tipo di mescolamento realizzato, ad esempio a.+ b. oppure b.+ c. .

Si scuote lievemente la provetta e si osserva se si forma un precipitato (sostanza solida) e le sue caratteristiche; si annota quanto osservato nella tabella 1, sempre con l'aiuto della ta-

nessun cambiamento o si osservano semplici cambiamenti di colore e la miscela si mantiene trasparente, la casella corrispondente viene sbarrata con una crocetta, viceversa quando si osserva intorbidamento con formazione di solidi bianchi o colorati si scrive nella casella corrispondente una breve descrizione.

Se qualche gruppo di studenti ottiene risultati anomali, confrontando i vari risultati si può arrivare a scartare quelli anomali.

Si dovrebbe ottenere la tabella 3 o una simile.

Il primo risultato sperimentale è quindi il seguente: si eseguono ventuno saggi ed in dodici casi si dovrebbe osservare la formazione di precipitati.

Analisi e discussione dei risultati

Il primo precipitato osservato, secondo l'ordine indicato nella tabella, è stato ottenuto mescolando la soluzione a. con la soluzione e.; si osserva che in questo caso sono stati posti a contatto tra loro ioni potassio, ioni idrossido, ioni piombo(II) e ioni nitrato e che i due possibili precipitati in ipotesi potrebbero essere il nitrato di potassio e l'idrossido di piombo(II), ma si osserva mediante

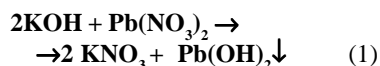
bella si consiglia di realizzare i mescolamenti seguendo un certo ordine.

In altre parole quando non avviene

Tabella 3.

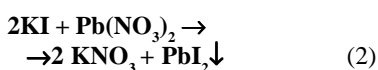
	KOH					
KI	X	KI				
K_2SO_4	X	X	K_2SO_4			
K_2CrO_4	X	X	X	K_2CrO_4		
$Pb(NO_3)_2$	Bianco fioccoso	Giallo	Bianco	Giallo	$Pb(NO_3)_2$	
$BaCl_2$	X	X	Bianco	Giallo	Bianco fioccoso	$BaCl_2$
$HgCl_2$	Giallo	Rosso	Bianco	Giallo	X	X

un apposito saggio che il nitrato di potassio è solubile. Si può ipotizzare quindi la reazione:

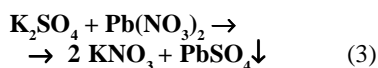


dove con la freccia verso il basso si indica il precipitato.

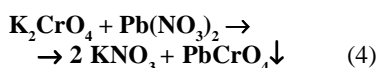
Per ottenere il secondo precipitato, giallo, si è mescolato la soluzione **b.** con la soluzione **e.**, la soluzione risultante contiene quindi gli ioni potassio, piombo(II), nitrato e ioduro; anche in questo caso si tiene conto che il nitrato di potassio è solubile per cui il precipitato giallo dovrebbe essere lo ioduro di piombo e la reazione dovrebbe essere la seguente:



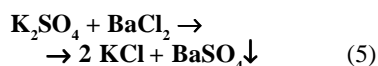
Il terzo precipitato bianco è stato ottenuto mescolando le soluzioni **c.** e **e.**; ragionando nel solito modo si arriva a concludere che il precipitato è solfato di piombo(II) e si forma secondo la reazione:



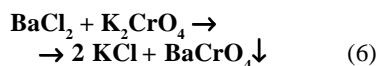
In modo analogo per il quarto precipitato, giallo, (**d.** + **e.**) si scrive la seguente reazione:



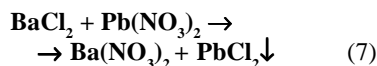
Si passa quindi al precipitato bianco, ottenuto mescolando la soluzione **c.** con la soluzione **f.**; in questo caso, tenuto conto che il cloruro di potassio è solubile come si può rilevare da apposito saggio, la reazione ipotizzabile è:



Se la soluzione **f.** viene mescolata con la soluzione **d.**, si ottiene un precipitato giallo. In questo caso la sostanza insolubile è probabilmente il cromato di bario secondo la seguente reazione:

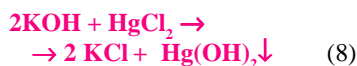


Mescolando la soluzione **g.** con la soluzione **f.**, è stato ottenuto un precipitato bianco fioccoso, per il quale, anche in base alle precedenti considerazioni si può scrivere la seguente reazione:



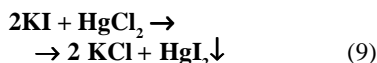
Passando a considerare le reazioni della soluzione **g.** cioè di cloruro di mercurio(II), HgCl_2 , con le altre soluzioni, si nota subito la grande tendenza del mercurio a formare composti insolubili colorati.

Per mescolamento con la soluzione **a.** cioè con idrossido di potassio si forma un precipitato giallo e gli studenti saranno portati a formulare l'ipotesi:

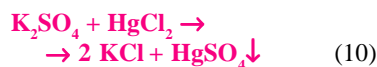


La reazione viene scritta in rosso perché, come vedremo, l'ipotesi verrà corretta dall'insegnante.

Per mescolamento della soluzione **g.** con la soluzione **b.** cioè con ioduro di potassio si forma un precipitato rosso e gli studenti saranno portati a formulare l'ipotesi:

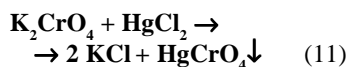


Per mescolamento con la soluzione **c.** cioè con solfato di potassio si forma un precipitato bianco e verrà formulata l'ipotesi:



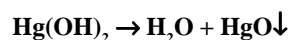
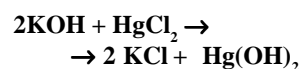
Anche in questo caso sarà necessario un supplemento di informazione da parte dell'insegnante

Per mescolamento con la soluzione **d.** cioè con cromato di potassio si forma un precipitato giallo e correttamente verrà formulata l'ipotesi:



A questo punto l'insegnante confermerà la giustezza delle ipotesi fatte eccetto che per le reazioni (8) e (10); in particolare per la reazione (8) farà notare come per alcuni metalli di transizione l'idrossido è instabile, tende a disidratarsi ed a formare l'ossido corrispondente per cui il colore giallo è da attribuirsi all'ossido di mercurio(II) che può però esistere anche nella forma rossa.

La reazione può essere interpretata nel senso che la reazione (8) ipotizzata è seguita dalla disidratazione dell'idrossido formato:



Per quanto riguarda la reazione (9) si deve fare osservare che si forma il solfato mercurio(II) ma che questo subisce una parziale idrolisi per cui il precipitato bianco che vediamo, è almeno in parte un solfato basico di mercurio(II) la cui formula in prima approssimazione può essere scritta:



A questo punto la discussione può proseguire sottolineando come alcune delle reazioni osservate possono essere utilizzate a scopo analitico, cercando di correlare l'attitudine di alcuni metalli a formare sali insolubili con la loro posizione Sistema Periodico.

Un allargamento della discussione può essere il seguente: l'insegnante fa notare agli studenti come per preparare le soluzioni sia stata usata sempre l'acqua distillata e può porre l'interrogativo: possiamo sostituire l'acqua distillata con acqua di rubinetto?

Gli studenti vengono stimolati a fare delle ipotesi e quindi l'insegnante passa a verificare sperimentalmente quanto ipotizzato semplicemente ponendo una punta di spatola di ciascuna delle sette sostanze utilizzate in sette provette pulite ed aggiungendo in ciascuna 1 ml di acqua di rubinetto. Si scuotono le provette, si osserva quanto succede e quindi si torna a discuterne.

**UNO SGUARDO DALLA
CATTEDRA**

Il rigetto del cambiamento

Una cosa è certa: non è possibile introdurre nella scuola cambiamenti sostanziali senza suscitare polemiche e reazioni scomposte.

Questa è una dimostrazione, semmai ce ne fosse bisogno, che in decenni di mancate riforme la scuola è rimasta imprigionata, come un mollusco nella sua conchiglia, da una incrostazione di microinteressi, di piccoli privilegi, di tenaci pregiudizi, d'incredibili presunzioni, soprattutto si è venuta generando una pseudocultura di stampo corporativo teso all'autoconservazione; naturalmente in questo contesto i cambiamenti di facciata sono i benvenuti perché utili a rinfrescare periodicamente l'immagine della scuola stessa.

Vi ricordate la proposta di Berlinguer di legare gli aumenti di stipendio a corsi di aggiornamento certificati? Tutta la scuola reagì come un'unica persona, si rischiò una vera e propria sollevazione e non già perché si voleva legare gli aumenti alla frequenza dei corsi di aggiornamento ma per l'inaccettabile idea di volere accertare il profitto che individualmente ogni insegnante ne aveva tratto.

Come poteva pensare quell'improvvisato Ministro della Pubblica Istruzione di sottoporre ad un accertamento culturale coloro che per designazione dall'alto erano i Depositari della Conoscenza?

Anche i sindacati si mostrarono immediatamente avversi ad una idea così peregrina: potevano forse ignorare lo sdegno sacrosanto della loro base? Inoltre come si permetteva quel rivoluzionario di Ministro di delegare a degli esaminatori non meglio identificati un potere sugli stipendi che per decreto divino spettava a loro? In ultima analisi come pensare di interferire in un rapporto delicato e complesso come quello che intercorreva tra i sindacati ed i loro iscritti?

Un'altra vicenda istruttiva e per certi versi a complementamento della precedente è stata quella dei corsi di ag-

giornamento per il superamento del "gradone", corsi che come noto non comportavano accertamenti di sorta. In questi corsi, accanto a colleghi che frequentavano con profitto corsi scelti secondo un chiaro interesse professionale, si vedevano schiere di colleghi irridenti e disinteressati che tra un'occhiata e l'altra all'orologio, con aria di sopportazione attendevano la fine di "quelle chiacchiere". Le difficoltà che si stanno ora profilando per l'entrata a regime delle SSIS, erano quindi largamente prevedibili. Per la verità le difficoltà sono almeno in parte imputabili al disinteresse con cui il Ministero ha seguito la vicenda, non si è cercato cioè di saldare in modo indolore il vecchio al nuovo per cui insegnanti che per anni hanno fatto la dura gavetta delle supplenze, sempre in attesa di un concorso oppure di entrare in ruolo *ope legis*, temono ora di essere scavalcati in graduatoria dai colleghi che hanno



frequentato i corsi SSIS.

I titoli che appaiono sui giornali sono spesso inaccettabili ed al limite calunniosi, al solito la stampa cerca più di fare scandalo che chiarezza ma da parte nostra non possiamo certo nascondere le difficoltà che incontrano le SSIS in questi anni di rodaggio. Intanto le università si sono fatte carico del problema soprattutto da un punto di vista formale e in molti settori disciplinari il tutto è affidato al volontariato di poche persone. Le competenze didattico-disciplinari, almeno per quanto riguarda il settore scientifico, sono state reperite in larga misura nelle associazioni disciplinari (AIF, ANISN, DD-SCI ecc.). Tut-

tavia non è stato impossibile organizzare corsi equipollenti su tutto il territorio nazionale, addirittura si è rivelato difficile avere omogeneità nelle differenti sedi universitarie di una stessa regione.

Fermo restando che i problemi relativi alla pedagogia generale ed alla filosofia dell'educazione non sono di competenza dei disciplinisti, ci si sta accorgendo che la didattica disciplinare, qualora non si limiti a "recitare" la disciplina stessa, è qualcosa di ancora poco codificato, che l'insegnamento è stato da sempre praticato al di fuori di ogni teoria sull'apprendimento o sulla comunicazione, per cui manca un vero profilo professionale. Per quanto riguarda i corsi di didattica della chimica i soci della DD-SCI hanno messo a disposizione un interessante quadro di competenze frutto del lavoro di questi anni; vediamo qualche esempio.

Qualcuno ha richiamato l'attenzione dei disciplinisti sul problema dello sviluppo cognitivo, specialmente per quanto concerne la differenziazione tra l'insegnamento scientifico a livello della scuola media, quello a livello del biennio iniziale della scuola secondaria o ancora a livello del triennio. Altri in base alla letteratura più recente hanno fatto presente la necessità che queste teorie venissero inquadrare nella più generale teoria del costruttivismo.

Sempre in relazione al costruttivismo è stata posta attenzione alle teorie relative ai processi di apprendimento ed alla formazione dei concetti scientifici nonché su alcune tecniche capaci di sostenere questi processi. In questo contesto sono state tenute relazioni sull'uso delle mappe concettuali, sulle tecniche di Gowin, sul mastery learning.

Quasi ovunque si è sentita la necessità di introdurre il discorso sul curriculum e sulla sua costruzione e di conseguenza sulle tecniche di valutazione: la docimologia chimica è uno dei frutti maggiori dell'attività sul campo degli ultimi anni. Sempre per quanto riguarda la programmazione è tornato utile il lavoro svolto dalla Commissione Curricoli che ha potuto mettere a disposizione del materiale ad un primo stadio di elaborazione.

Un ruolo fondamentale in molti corsi è stato svolto dall'epistemologia e dalla storia della chimica che permettono una lettura critica della disciplina; da un punto di vista più pretta-

mente didattico si pongono come metodologie utili alla comprensione di determinati argomenti.

Sempre a proposito di metodologie di lavoro, in alcuni corsi dove il tempo disponibile lo permetteva, sono state tenute lezioni sull'uso dei programmi informatici fondamentali, con particolare attenzione a quelli utili nella costruzione di ipertesti ed alle tecniche di navigazione in Internet.

Relazioni sono state tenute sull'uso del linguaggio scientifico, dei modelli e sulla rappresentazione dei concetti. Sono stati infine fatti approfondimenti sul ruolo e sulla utilizzazione del laboratorio chimico.

Questa elencazione è probabilmente molto lacunosa ma offre una idea del lavoro che si sta svolgendo e delle com-

petenze accumulate in questi anni. Nonostante ciò permane la sensazione di disporre di un bel mucchietto di tessere, di cercare di comporre il mosaico ma di stentare a farne emergere il disegno. Si pongono con forza due interrogativi: quali criteri dobbiamo seguire quando andiamo a calare strumenti della didattica generale in un ambito disciplinare scientifico? A quale tipo di profilo professionale dobbiamo fare riferimento quando parliamo di insegnamento scientifico?

Rimane infine il timore di come possa una scuola ingabbiata da decenni nelle sue contraddizioni ad accogliere una mutazione così radicale.

Agli insegnanti "tradizionalisti" rimane una speranza. Le SSIS rappresentano lo spezzone superstita della riforma

Berlinguer, probabilmente come tutto il resto verrà spazzato via e sostituito da anodine lauree specialistiche dove si teorizzerà che per insegnare è sufficiente conoscere la disciplina.

Personalmente nonostante questo mio scetticismo in un momento di imperdonabile distrazione mi sono lasciato coinvolgere, ho abbandonato la mia amata poltrona e le mie letture, mi sono piazzato al computer, ho preparato dei lucidi dove ho cercato di approfondire tutto il mio sapere, ho messo il materiale nella mia cartella da "professorino" e vestito di tutto punto mi sono presentato ai futuri colleghi per raccontare loro, con molta umiltà ma anche con entusiasmo, le mie riflessioni su questa impagabile e spesso indecifrabile professione.

Ermanno Niccoli

Lettere al Direttore

Egregio Direttore,

seguito da venti anni l'attività della Società Chimica Italiana e ho sempre apprezzato il contributo dato dalla rivista CNS nella ricerca della didattica della chimica, sia dal punto di vista dei contenuti che dell'approccio metodologico. Mi piace ricordare a questo proposito il suggerimento formulato varie volte nella rivista: chi scrive di argomenti scientifici deve trascurare i contenuti di cui non possiede conoscenze rigorose e approfondite.

Devo tuttavia segnalare che nell'articolo "Le peripezie di un costruttivista novizio in un universo trasmissivo" di Pietro Araldo del n.1 2002 di CNS, l'autore a pag. 25 fa una notevole confusione sulle tecniche microscopiche e incorre in diversi errori.

Riporto tra virgolette quanto è scritto nell'articolo: *"E' degno di attenzione, inoltre, rilevare la coincidenza tra le concezioni difforni degli allievi (i quali credono a una reale possibilità di vedere con il microscopio atomi e molecole) e le affermazioni di due libri di testo (il primo dei quali adottato nella classe in oggetto), che, assieme alle 'fotografie', sostengono che gli atomi sono visibili con il microscopio elettronico ad effetto tunnel, scoperto nel 1983 [7,8]."*

66 Ritengo opportuno sottolineare che in un primo momento si parla di microscopio

in modo generico, senza specificare se ottico, TEM (Microscopio Elettronico a Trasmissione), SEM (Microscopio Elettronico a Scansione), STM (Microscopio a Scansione Tunnel), AFM (Microscopio di Forza Atomica), o altro ancora. La seconda parte della frase, che mi riguarda per il riferimento bibliografico [8], manca di senso logico; inoltre viene fatto l'errore di denominazione del tipo di microscopio, in quanto il microscopio a effetto tunnel è a scansione e la terminologia corretta è "microscopio a scansione a effetto tunnel".

Questa tecnica microscopica fu realizzata nel 1983, nei laboratori IBM di Zurigo, da Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, due fisici che furono insigniti nel 1986 del premio Nobel per la fisica.

Per chiarezza di esposizione, voglio ricordare che a pagina 66 del testo, a cui si fa riferimento nella bibliografia, è presentata una foto realizzata con il microscopio a scansione tunnel (STM) del reticolo della grafite. Poiché ogni rilievo rappresenta un atomo di carbonio, nella didascalia che accompagna la foto viene riportato: "è ora possibile vedere gli atomi come protuberanze sulla superficie di un solido". Questa affermazione, che secondo Pietro Araldo crea concezioni difforni negli allievi, è usata in molti testi di chimica generale in lingua inglese e in siti scientifici della rete telematica. Infatti consultando Internet con un motore di ricerca, digitando "Microscopio, STM" oppure "IBM, Scanning Tunneling Microscopy", si trova che "il microscopio a scansione tunnel, grazie a particola-

ri leggi della fisica quantistica, permette di **vedere singoli atomi sulla superficie di un materiale conduttore**".

Viene anche affermato che ciò ha rappresentato il primo passo nel campo delle nanotecnologie, di cui un esempio è la miniaturizzazione sempre maggiore nel campo dell'ingegneria informatica.

Per completezza di informazione, nell'indicazione bibliografica dell'articolo sarebbe stato corretto fare riferimento anche alla pagina 139 del testo in questione, in cui è riportato un inserto sul microscopio a scansione a effetto tunnel (STM) che spiega, in modo semplice, qual è il principio teorico su cui si fonda il microscopio STM, e un disegno che illustra come opera il microscopio.

Inoltre viene evidenziato che il software di potenti calcolatori memorizza i profili delle scansioni fornendo la topografia tridimensionale a colori su video del reticolo atomico superficiale.

Non viene trascurato di sottolineare che la risoluzione di questa microscopia è elevatissima, dell'ordine di grandezza dei diametri atomici, e che le immagini ottenute con la microscopia "tunnel" sono il frutto di una ricostruzione del calcolatore. La ringrazio per la disponibilità a pubblicare questa rettifica.

Cordiali saluti

Paolo Pistarà

Il testo a cui si fa riferimento nell'articolo è il seguente:

P. Pistarà, Corso di chimica. Progetto Modulare, Atlas, Bergamo, 2000.

Continua a pag. 71

Primo passo: i motori di ricerca

Riassunto

La rubrica è articolata in una rassegna delle possibilità di ricerca di informazioni su internet, nel tentativo di offrire agli insegnanti dell'area scientifica uno strumento per effettuare **formazione permanente** in maniera autonoma. Nella prima puntata sono trattati i motori di ricerca; per alcuni dei più importanti è fornito qualche dettaglio per un'utilizzo efficiente.

Abstract

The survey is a review of the search means on Internet, in the attempt to offer to teachers of the scientific area some tools to carry out permanent formation in an independent way. In the first issue, the survey deals the search engines; for the most important ones some details are given for an efficient use.

Si apre su questo numero di CnS una nuova rubrica. L'argomento è la navigazione in rete, nel dettaglio una rassegna degli strumenti di ricerca di informazioni. L'ennesima rubrica di consigli sulla navigazione in rete. Vero, ma con un taglio particolare e un'applicazione, naturalmente, didattica: la formazione permanente degli insegnanti effettuata autonomamente, per una proposta di **autoformazione permanente** in rete. Internet si dimostra particolarmente adatta a questo scopo, proprio perché, a meno di incappare in un corso di aggiornamento di chimica in rete (non ne ho trovati...), rende necessario "fare da sé". Navigando si crea un itinerario altamente personalizzato, si può tranquillamente dire irripetibile, e "su misura". In secondo luogo l'utilizzo della rete, per la sua architettura in rinnovamento costante e rapido, è particolarmente interessante e produttivo quando si vogliono approfondire avvenimenti molto recenti, e quindi intendere la formazione permanente per gli insegnanti nel senso di aggiornamento su un argomento già cono-

* Dipartimento di Chimica Generale ed Organica Applicata, C.so M. D'Azeglio, 48 Università di Torino francesca.turco@unito.it

FRANCESCA TURCO*

sciuto ma in continuo sviluppo. Questo significa che saranno presentati con enfasi i mezzi di ricerca che consentono di trovare dati particolarmente recenti, ma va da sé che tutto quanto verrà segnalato può essere utilizzato per cercare qualsiasi cosa.

Per il momento tralascierò la questione, pure cruciale, della navigazione critica e quindi della valutazione della qualità del materiale trovato, riservandomi di riprenderla in seguito e limitandomi ad offrire una rassegna delle possibilità di reperire informazioni. L'ordine secondo cui verranno proposti i vari mezzi di ricerca è, orientativamente, dal più generico e ampio al più dettagliato e puntuale, il che, naturalmente, coincide piuttosto bene con la diffusione dell'uso stesso dei vari sistemi. In questa prima puntata vedremo quindi un sistema noto a tutti e adatto a quasi tutto: i motori di ricerca. Nella successiva strumenti più o meno strettamente imparentati con i motori (metamotori, directory, portali), nelle seguenti sistemi meno usuali.

Concludo questa breve introduzione con un'altrettanto breve spiegazione sulla scelta del titolo. Quello di Achille e la tartaruga è un "esperimento concettuale" caro alla chimica, per il richiamo, ricco di echi e suggestioni classiche, alla discontinuità della materia, presupposto epistemologico della disciplina. D'altra parte il cammino in rete è effettivamente infinito. Non chiarisco, nemmeno a me stessa, chi sia (fra il navigante e il calcolatore in rete) Achille e chi la tartaruga. Al gusto del lettore l'assegnazione delle parti.

Motori di ricerca

Il sistema di funzionamento dei motori di ricerca è, piuttosto grossolanamente, il seguente: vengono "lanciati" in rete i cosiddetti **spider** (o **crawler**), programmi che periodicamente esaminano i siti in cui si imbattono partendo da un indirizzo



disegno di **Kevin Pease**
sito <http://cerulean.st/tower/art12.htm>

prefissato e proseguendo con tutti i collegamenti (**link**) presenti nel sito di partenza e così di seguito. Ogni volta che uno spider esamina un sito lo indicizza, crea cioè un **database** di parole contenute nel sito, oppure (e qui le pretese dei programmatori paiono un po' eccessive) di concetti. Quando un utente interroga il motore di ricerca questo controlla nel proprio **database** i siti che soddisfano le richieste immesse e fornisce la risposta. È pacificamente accettato che nessun motore di ricerca esamini tutti i siti presenti nel Web, non si sa neanche quanti siano in totale, diverse fonti forniscono le informazioni più disparate (dal centinaio di milioni alle centinaia di miliardi), ma anche questo esame parziale fornisce un numero di risposte quasi sempre spaventoso. Chiunque abbia mai utilizzato un motore per una ricerca sa perfettamente come sia quasi sempre impensabile esaminare tutte le segnalazioni ottenute, e come la questione da risolvere non sia quindi tanto quella di reperire materiale, quanto di ottenerlo il più possibile vagliato. Vediamo quindi nel dettaglio alcuni motori che permettono di raffinare la ricerca.

Altavista

Altavista (<http://www.altavista.com>) è considerato il motore che censisce la maggior porzione di rete, ma il motivo per cui qui lo propongo per primo è che ha sicuramente il sistema di ricerca avanzata più versatile e quindi utile. È già possibile porre una serie complessa di vincoli con l'immissione della stringa di parole da cercare: racchiudendo il testo digitato tra virgolette verranno cercati i vocaboli richiesti nella successione esatta con cui sono stati immessi, troncando una parola e completandola con l'asterisco verranno segnalate tutte le varia-

zioni grammaticali di quella particolare radice (ad es. con *scienz** si avranno scienza, scienze, scienziati, ecc.). Come molti altri motori Altavista prevede l'uso degli operatori booleani per cercare particolari combinazioni di termini, ma oltre alle classiche, e piuttosto diffuse, opzioni *and*, *or* e *and not* prevede la possibilità di utilizzare l'operatore *near*, utilissimo perché segnala un sito solo se i due termini, o i due gruppi di termini, immessi sono "vicini" (da varie prove effettuate suppongo che "vicini" possa voler dire presenti nella stessa pagina e non dispersi in due diverse pagine del sito). Altre restrizioni possono essere poste effettuando una ricerca complessa (selezionare '*Advanced*')¹. In questa pagina è possibile decidere la lingua alla quale si deve limitare la ricerca (opzione piuttosto inutile, la lingua nella quale si immettono i termini da cercare è quasi sempre sufficiente ad effettuare questa selezione), oppure è possibile selezionare il paese o il dominio² a cui si vuole che la ricerca sia limitata. Oltre a queste opzioni, un po' ripetitive, è presente un comando ('*Date*') che pochi motori offrono e che risulta molto utile in relazione alla formazione permanente: la possibilità di discriminare le segnalazioni in base al fattore temporale, limitando la ricerca ai siti creati o aggiornati nell'intervallo di tempo desiderato, permettendo quindi di ottenere le segnalazioni esclusivamente del materiale recente. Questo per quanto riguarda la modalità principale di ricerca, allargata a tutto il Web. Recentemente³ sono state introdotte nuove possibilità di ricerca, una di queste riguarda il materiale fotografico. È raggiungibile facilmente dalla *home page* selezionando '*Image*', e ha anch'essa alcune opzioni di ricerca avanzata (solo immagini, o grafici o bianco e nero, ecc...). Trascurerei le sezioni '*Audio*' e '*Video*' e rimando la spiegazione di '*Directory*' alla prossima puntata.

Google

Google è senz'altro il motore di ricerca più veloce nel fornire le risposte, ma questo punto è ormai poco rilevante, essendo quasi tutti i motori veloci a sufficienza. Personalmente trovo particolarmente gradevole la

68 *home page* scarna ed essenziale, dalla quale è già possibile decidere se cercare in tutto il Web o limitare la

ricerca ai siti italiani,⁴ anche se il comando, come detto sopra, non è particolarmente utile. Anche Google ha un ottimo sistema di 'ricerca avanzata', sono permesse varie combinazioni di termini (tutti, almeno uno, in successione esatta, escluso uno o più termini). Non è presente il comando *near*, ma l'ordine con cui vengono presentate le risposte privilegia le pagine in cui i termini immessi sono vicini. È anche possibile cercare solo determinati tipi di *file* oppure solo siti appartenenti ad un certo dominio o, anche se in maniera leggermente meno versatile di quanto conceda altavista, effettuare una selezione temporale. Il punto di forza di google è però senz'altro il comando *copia cache*, che compare di fianco ad ogni risposta fornita in seguito ad una ricerca. Il comando permette di evidenziare tramite colori, nella pagina segnalata, i termini immessi; in questo modo ci si rende immediatamente conto dell'utilità/inutilità del sito esaminato senza dover cercare il punto in cui compaiono le parole d'interesse. Da qualche mese Google permette la ricerca, oltre che di siti, anche di immagini (per questo tipo di ricerca è probabilmente la migliore risorsa della rete), di *directory* e di gruppi di discussione (che verranno trattati in una delle future puntate). Un'altra novità è la pagina 'strumenti per le lingue', nella quale è possibile effettuare la traduzione di un brano o di un intero sito. In realtà quest'ultima è una ripetizione di un comando esistente già da tempo: di fianco a ogni segnalazione di un sito redatto in una qualsiasi lingua che non sia l'italiano è presente il comando 'traduci questa pagina'. Da qualsiasi strada si passi la traduzione è quanto meno comica, ma, nel caso di lingue totalmente sconosciute all'utente, permette per lo meno di capire di cosa si tratta.⁵

¹ D'ora in avanti i termini racchiusi fra apici singoli segneranno il comando che è possibile *clickare* per accedere all'opzione segnalata.

² I domini sono parti di indirizzo che permettono di identificare la collocazione di un sito nella rete. Il dominio principale, cosiddetto di primo livello, è la "coda" dell'indirizzo URL. Può indicare il tipo di struttura che propone il sito (ad esempio ".edu" o ".org", rispettivamente per "educational" e "organization"), oppure la nazionalità (ad esempio ".it").

³ Come tutto in rete anche le opzioni di ricerca che i vari motori propongono sono in continuo mutamento. Le descrizioni qui presentate si riferiscono ad un ultimo controllo effettuato il 25 febbraio 2002.

⁴ La descrizione si riferisce alla versione italiana del motore di ricerca, <http://www.google.it/>

⁵ Il celebre *babel fish* di altavista, con caratteristiche e prestazioni simili, è raggiungibile dalla *home page* selezionando '*Translate*'.

Scirus

Per ultimo un motore specialistico e sconosciuto ma particolarmente utile: Scirus, *for scientific information only*, il motore di ricerca per le scienze della Elsevier. Già nella *home page* (<http://www.scirus.com/>) è possibile effettuare una ricerca semplice decidendo se utilizzare scirus cercando in tutto il Web (verranno segnalati siti universitari, societari, di compagnie private, "pagine di scienziati", congressi, brevetti, *pre-prints*) o limitare la ricerca agli articoli scientifici. Con questa seconda opzione si trova una ricchissima selezione di segnalazioni di articoli (degli ultimi 12 mesi) della casa editrice. È possibile visualizzare gratuitamente tutti gli abstracts, per la maggior parte delle testate è però necessario essere abbonati per ottenere il *full text*, per altre è sufficiente un'iscrizione gratuita *on line*. In ogni caso ottenere, in una frazione di secondo, l'indicazione del materiale esistente pare una comodità considerevole. Sempre e a patto di essere abbonati (o di appartenere a un'istituzione scientifica di uno dei 70 Paesi in via di sviluppo per i quali l'accesso completo ai testi è gratuito), il sistema di ricerca avanzata di scirus è la risposta alle preghiere di ogni ricercatore dell'area scientifica. Innanzi tutto è possibile selezionare una o più discipline d'interesse, dopo di che si può decidere che tipo di siti si desidera vengano segnalati fra quelli elencati sopra e in che intervallo di tempo devono ricadere queste fonti (il periodo disponibile parte dal 1973). Anche l'immissione della stringa è versatile, si possono scegliere combinazioni di termini, escluderne altri, cercare frasi esatte, il tutto in un punto generico del documento, nel titolo dell'articolo, come nome dell'autore, istituzione di appartenenza, indirizzo URL o codice ISSN.

Ancora un suggerimento

Naturalmente quelli descritti sono solo una piccolissima frazione dei motori di ricerca esistenti. Ne sono stati tralasciati molti altri perchè non particolarmente adatti a ricerche di tipo scientifico (ad esempio northernlight che sta rapidamente conquistando ampie fet-

te di mercato dell'*information business*) o perché ripetizioni, ma meno ricche, di quelli visti. Una rassegna più ampia, con varie informazioni interessanti (e, per una volta, in italiano), si trova al sito <http://www.motoridiricerca.it>, che contiene anche una serie di suggerimenti sul

come effettuare una ricerca. Come consiglio personale aggiungo solo che, se entro un tempo accettabile non si è trovato quello che si starà cercando conviene cambiare l'ordine o la combinazione di termini immessi, il motore utilizzato o cambiare completamente sistema di ricerca.

SOCIETA' CHIMICA ITALIANA - DIVISIONE DIDATTICA

Verbale della riunione del Consiglio Direttivo 1.03.2002

Il giorno 1.3.2002, alle ore 12.00, presso la Biblioteca del Dipartimento di Chimica – via Saldini 50 – Milano, si è riunito il Direttivo della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana per discutere sul seguente ordine del giorno:

- 1) Comunicazioni del Presidente
- 2) Relazione morale del XII° Congresso
- 3) Bilancio Consuntivo
- 4) Programma dell'attività per il 2002
- 5) Programma di formazione on line INDIRE
- 6) Bilancio Preventivo
- 7) Rapporti con il Ministero
- 8) Varie ed eventuali

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

E' inoltre presente Pera invitato dal Presidente, mentre Olmi, pure invitato, ha comunicato di non poter partecipare alla riunione.

Risultano inoltre assenti giustificati i componenti del Direttivo: Aquilini e Cerruti.

Presiede la riunione il Presidente della Divisione Prof. Costa, verbalizza Dall'Antonia.

1) Comunicazioni del Presidente

Dopo un breve saluto, il Presidente illustra l'articolazione dei lavori della riunione.

2) Relazione morale del XII° Congresso

Viene letta la relazione morale del XII° Congresso svoltosi a Trieste, elaborata dallo stesso Presidente che era organizzatore del Congresso. Il Direttivo approva. La relazione viene allegata agli atti (All. 1). Riani comunica che non dovrebbero esserci spe-

se per la stampa degli atti del Congresso, mentre la spedizione dovrebbe richiedere qualche onere finanziario per la Divisione. Riani e Fetto si impegnano a informarsi sulla maniera per effettuare tale spedizione.

3) Bilancio Consuntivo

Viene sottoposto al vaglio del Consiglio il bilancio consuntivo dell'anno 2001. Il Consiglio approva all'unanimità. Il bilancio viene allegato agli atti (All. 2)

4) Programma dell'attività per il 2002

Massidda relaziona brevemente sulla Conferenza Nazionale che quest'anno si svolgerà a Cagliari: La Regione Sardegna potrebbe finanziare in parte la Sezione della SCI di Cagliari, ma si dovrebbero prevedere inevitabilmente degli oneri finanziari anche per la Divisione, soprattutto per quanto riguarda le spese per le stampe. A questo proposito Riani annuncia che potrebbe provvedere alle stampe degli atti della Conferenza, così come ha già fatto per gli atti del Congresso, il Consiglio delega dunque Riani a concordare una bozza di convenzione col CNR da sottoporre al Direttivo, per quanto riguarda la pubblicazione di materiale scientifico prodotto dalla Divisione ed approvato dal Direttivo.

Il titolo della Conferenza potrebbe essere: "*Saperi e sapori della chimica – il gusto di formare ed informare*". Le date dello svolgimento potrebbero essere: 10-11-12 ottobre 2002. Il Comitato organizzatore sarebbe locale e quello Scientifico sarebbe formato dall'intero Direttivo più Olmi e Pera. Massidda si riserva di mandare proposte concrete al Presidente il più

presto possibile. Fetto avvisa che può attendere non oltre la fine di marzo per la divulgazione definitiva delle notizie sulla Conferenza su CnS e sul Sito.

Il Presidente illustra brevemente le due iniziative regionali: si tratta di corsi estivi di formazione in Piemonte e in Lombardia. Queste attività sono state avviate in collaborazione con l'AIF e l'ANISN e dovrebbero ricorrere a contributi pubblici regionali. La proposta del Presidente, in attesa di sentire le persone delegate da Anastasia a seguire tali lavori per conto della Divisione in Lombardia, è di ringraziare i colleghi Carpignano ed Anastasia, incaricati dal Direttivo a seguire i lavori rispettivamente in Piemonte ed in Lombardia, per quanto riguarda il lavoro organizzativo già svolto e di rinnovare per loro l'incarico a riguardo. Il Consiglio approva all'unanimità.

Riani relaziona sull'allestimento della Scuola Estiva di Pisa: non esistono problemi di spese per la Divisione, quest'anno l'attività si svolgerà tramite una serie di appuntamenti di volta in volta concordati tra i partecipanti.

5) Programma di formazione on line INDIRE

Massidda relaziona sull'andamento del primo forum attivato: per il momento non vi sono ancora iscritti. La chimica non ha molti utenti: anche l'altro forum infatti, affidato all'AIC, registra solo due iscrizioni ma nessun messaggio dei due iscritti. Ha notato che responsabili di altri forum hanno cambiato il titolo del forum all'ultimo momento sostituendolo con uno a carattere più generico ed accattivante. Se fosse possibile ottenerlo da parte

dell'INDIRE, e se il Direttivo fosse d'accordo, proverebbe lei stessa, dopo un'attesa di pochi giorni ancora (max 1 settimana) a modificare il titolo del Forum con uno che permettesse dialoghi più facili. Il Consiglio approva.

6) Bilancio Preventivo

Viene elaborato il bilancio di spesa preventivo per l'anno 2002 sulla base di quanto proposto dal Presidente e tenendo conto di quanto appena deliberato circa le attività dell'anno 2002. Il Presidente chiarisce che nella voce "Ricerca didattica" presente nelle Uscite del bilancio, è compresa la previsione di spesa per il Progetto Trieste. A questo proposito Carpignano e Mozzi avvertono il Consiglio che si sta predisponendo un documento illustrativo sull'andamento delle attività del progetto. Non appena pronto, il documento verrà inviato al Presidente.

Il Consiglio approva all'unanimità il bilancio ed esso viene allegato agli atti (all. 3).

7)Rapporti con il Ministero

Il Presidente relaziona quanto segue:

Una parte dei rapporti con il MIUR con i Presidenti delle tre Associazioni AIF (Govoni), ANISN (Terreni) e DD-SCI, avviati con il dott. Rosario Drago (consigliere del sottosegretario Aprea), si riferiscono ad una iniziativa comune per la realizzazione di un portale che si propone di chiamare "*Le Scienze a Scuola*" e di indirizzare specificamente all'insegnamento delle scienze nella scuola elementare e media. Per i due contatti finora

avvenuti il Presidente ha delegato a seguire i lavori la Vicepresidente Aquilini.

Su tale iniziativa, il Consiglio concorda che al momento qualsiasi decisione sarebbe prematura, è necessario dunque attendere direttive più dettagliate da parte del MIUR

Una parte più "istituzionale" dei rapporti con il MIUR riguarda la collaborazione fra Associazioni Disciplinari per il lavoro di formazione: a ciò è stata dedicata una riunione presso il Ministero stesso. I contatti che il Presidente ha avuto durante tale riunione circa le procedure per la stipula dei cosiddetti protocolli d'intesa sono stati seguiti in data 28 febbraio dall'annuncio della visita dei due Ispettori Ministeriali. E' stata inviata ad ambedue le Direzioni Generali e all'ispettore del MIUR contattato, la documentazione aggiornata sull'attività della Divisione. La visita avverrà nella seconda metà di marzo o in aprile.

Alle ore 14.15 entrano la *prof.ssa Licia Piazza* e la *prof.ssa Carmen Capellini* invitate dal Presidente su indicazione di Anastasia. Le due insegnanti collaborano con Anastasia per il coordinamento e la predisposizione della **Scuola Estiva della Regione Lombardia** (vedi punto 4 dell'Ordine del Giorno) **che dovrebbe realizzarsi grazie alla sinergia tra SCI, AIF ed ANISN.** Viene comunicato quanto segue: l'iniziativa è partita dall'Ufficio Scolastico Regionale e riguarda la formazione di insegnanti delle scuole medie. Le attività di formazione farebbero capo a tre poli (Milano, Mantova e Varese) che si occuperebbero di tematiche differenti. Gli interventi si articolerebbero in otto incon-

tri da tre ore ciascuno per ognuno dei poli prescelti.

8)Varie ed eventuali

Il Presidente comunica che anche quest'anno ha intenzione di organizzare a Trieste le "*Giornate della Formazione Scientifica*" il tema proposto è: "*La Formazione Scientifica nella Società Multimediale*".

Fetto comunica che vi sono ancora poche adesioni all'appello dei docenti delle discipline scientifiche contro l'impovertimento culturale e materiale dell'Italia che le tre associazioni AIF, ANISN e DD-SCI hanno prodotto e sollecita i membri del Consiglio a sensibilizzare i colleghi sull'iniziativa.

Il Presidente comunica di aver ricevuto da Olmi informazioni circa la Commissione Curricoli. Propone di ringraziare Olmi per la sua premura e di esaminare l'opportunità di riconoscere formalmente la composizione della Commissione Curricoli, eventualmente allargandola, tenendo conto che i problemi da affrontare hanno oggi aspetti tecnico - politici molto più rilevanti che nel passato. Il Consiglio si associa e si propone di iniziare al più presto un dibattito a proposito.

Esauriti tutti i punti all'ordine del giorno, la seduta si chiude alle ore 16.00.

Letto, approvato e sottoscritto

Il Presidente

Prof. Giacomo Costa

Il Segretario Verbalizzante

Patrizia Dall'Antonia

CURRICULUM

ATTIVITA' IN ATTO ED ATTUATE NEGLI ULTIMI ANNI DALLA DIVISIONE

Attività di formazione (convenzionali e multimediali)

- Realizzazione di RESTECH, rete telematica tra scuole con adesione attuale di quaranta istituti scolastici dislocati su tutto il paese (in funzione sperimentale).
- Sito web della Divisione, ora arricchito di nuove pagine riguardanti la sicurezza, le iniziative con le scuole e quelle in collaborazione con le altre Associazioni Disciplinari (in atto)
- Bollettino della Divisione Didattica di-

tribuito per via telematica a scuole e docenti che ne facciano richiesta (in atto)

- Sito web dedicato alla storia ed all'epistemologia curato da membri della Divisione (in atto)
- Convenzione con INDIRE (MIUR) e successiva realizzazione di quattro forum relativi alla didattica della chimica (in atto)
- Realizzazione della II Scuola Estiva "Fondamenti metodologici ed epistemologici, storia e didattica della chimica" - Pisa 1998
- Realizzazione della III Scuola Estiva

"Fondamenti metodologici ed epistemologici, storia e didattica della chimica" - Pisa 2000

Attività di ricerca - azione

- Realizzazione del progetto di ricerca-azione "Progetto Trieste" curato da un Gruppo di Lavoro formato da docenti universitari ed insegnanti delle scuole secondarie superiori iscritti alla Divisione. Il gruppo di lavoro produce materiale che viene messo a disposizione dei docenti e

viene sottoposto a sperimentazione nei vari ordini di scuola. (in atto)

- Realizzazione del materiale contenuto nel volume "La chimica alle elementari", ampiamente utilizzato nei corsi di formazione per docenti (SSIS e Corso di Laurea in Scienze della Formazione) ed attualizzato in iniziative direttamente rivolte agli studenti. (in atto)
- Collaborazione continua dei membri della Divisione con il CIRD di Trieste, il cui responsabile è il sottoscritto Presidente della Divisione, e di altre sedi universitarie, sia a livello di organizzazione che di partecipazione effettiva in comunicazioni ed in programmi di ricerca.
- Collaborazione della Divisione al portale web ULISSE realizzato dalla SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati), che si rivolge in particolare ad insegnanti con esigenze di aggiornamento e ad intere classi che svolgono programmi sperimentali fortemente orientati alle scienze di base moderne. Il portale rientra nel progetto In/Formazione permanente del Piano Babbage già finanziato dal Ministero (in atto)

Comunicazioni scientifiche

- Realizzazione del Convegno "Le giornate di Studio sulla Formazione Scientifica nelle Scuole Secondarie" (Trieste, 28-30 aprile 1998)
- Realizzazione della I Conferenza Nazionale sull'Insegnamento della Chimica (Bologna, 16-18 dicembre 1998)

- Realizzazione del Convegno "Le giornate di Studio sulla Formazione Scientifica nelle Scuole Secondarie - Insegnanti di Qualità: i Percorsi di Formazione" in collaborazione con l'Università di Trieste, la Società Italiana di Fisica (SIF) e l'Associazione per l'Insegnamento della Fisica (AIF) (Trieste, 3-5 maggio 1999)
- Realizzazione del XI Congresso Nazionale della Divisione di Didattica Chimica (Bari, 1999)
- Realizzazione del Convegno "Le giornate di Studio sulla Formazione Scientifica nelle Scuole Secondarie - Formazione Scientifica e Riforme Scolastiche", in collaborazione col CIRD dell'Università di Trieste (Trieste 24-25 novembre 2000)
- Realizzazione della II Conferenza Nazionale sull'Insegnamento della Chimica: "Esperienze di Orientamento, Orientamento di Esperienze" (Pisa, 18, 19 dicembre 2000)
- Realizzazione del XII Congresso Nazionale della Divisione di Didattica Chimica: "I nuovi curricula e le esigenze della società" (Trieste, 7-10 novembre 2001)

Stampa

- Pubblicazione del volume "La Chimica alle Elementari"
- Pubblicazione del volumetto "Chimica 2000 - Insegnamento della Chimica nella Scuola dell'Autonomia" del gruppo di lavoro "Progetto Trieste"
- Pubblicazione degli atti delle manifestazioni:

- Convegno "Le giornate di Studio sulla Formazione Scientifica nelle Scuole Secondarie" (Trieste, 28-30 aprile 1998)
- I Conferenza Nazionale sull'Insegnamento della Chimica (Bologna, 16-18 dicembre 1998)
- Convegno "Le giornate di Studio sulla Formazione Scientifica nelle Scuole Secondarie - Insegnanti di Qualità: i Percorsi di Formazione" (Trieste, 3-5 maggio 1999)
- XI Congresso Nazionale della Divisione di Didattica Chimica (Bari, 1999)
- II Conferenza Nazionale sull'Insegnamento della Chimica: "Esperienze di Orientamento, Orientamento di Esperienze" (Pisa, 18, 19 dicembre 2000)
- XII Congresso Nazionale della Divisione di Didattica Chimica: "I nuovi curricula e le esigenze della società" (Trieste, 7-10 novembre 2001) (in corso di stampa)
- Pubblicazione della rivista "La chimica nella Scuola" (5 numeri ogni anno, giunti al XXII anno di pubblicazione)

Il sottoscritto si impegna a fornire qualsiasi tipo di documentazione l'Ufficio volesse richiedere riguardo le attività sopra citate

Il Presidente della Divisione Didattica Società Chimica Italiana

Prof. Emerito Giacomo Costa

Lettere al Direttore

Segue da pag. 66

Gentile Direttore,

In merito alla precisazione del Prof. Pistarà, riporto testualmente quanto egli scrive a pag. 66 del suo *Corso di Chimica. Progetto Modulare, Atlas, Bergamo 2000*: "con il microscopio a scansione a effetto tunnel (STM), realizzato nel 1983 nei laboratori dell'IBM di Zurigo, è ora possibile vedere gli atomi individuali come protuberanze sulla superficie di un solido". Mi sono permesso di evidenziare la parte del discorso che ha suscitato le mie perplessità. Secondo me, attraverso tale insegnamento, viene incoraggiato il realismo ingenuo degli studenti che trattano "enti" costruiti dagli scienziati come

se fossero "veri" (oltre a confondere la microscopia ottica con quella elettronica). Ad esempio, gli "artefatti" (ossia quelle parti della cellula che il colorante evidenzia come organo senza esserlo) falsano l'osservazione, e quindi la percezione. In modo più radicale, cito lo storico caso dei "preformisti" che, osservando al microscopio ottico il seme maschile, vi intravedevano nel suo interno un essere di dimensioni ridotte. Era quindi ciò che si aspettavano di osservare a determinare i risultati dell'osservazione, e non invece il processo contrario, come amano sostenere gli scienziati di orientamento empirico - realista. Senza incorrere nel facile scetticismo, occorre tuttavia non affidarsi fideisticamente a quelli che sono dati soggetto di interpretazione. Cambiano la teoria, anche l'interpretazione di

quella che era ritenuta una rappresentazione fedele della realtà muta, come dimostra la polemica sollevata dal Prof. Pistarà. Egli, tuttavia, non ha esplicitato i fondamenti epistemologici del proprio insegnamento, lasciandomi quindi nel dubbio di aver davvero compreso correttamente le sue parole. Secondo me, quando si insegnano le scienze bisogna contemplare uno spazio intellettuale anche per il mutamento di paradigma, dando un respiro storico alle scienze, al fine di non trasformare un'ipotesi, un dato, una teoria in un dogma religioso. Si tratta, inoltre, di far intravedere agli studenti la possibilità del "dubbio metodico" di cartesiana memoria, con il quale la scienza entrò di diritto nella modernità.

Cordiali Saluti

Pietro Araldo

I^a Circolare

CAGLIARI 10-11-12 OTTOBRE 2002

Dal 10 al 12 ottobre si terrà a Cagliari la III Conferenza Nazionale sull'Insegnamento della Chimica. Organizzata dalla Divisione Didattica e dalla sezione Sardegna della Società Chimica Italiana, è rivolta ai docenti dei vari ordini scolastici e dell'Università e a tutti coloro che si occupano di formazione in ambito chimico.

Rappresenta un'occasione di incontro a carattere Nazionale per sostenere l'insegnamento della chimica e per discutere di argomenti di massima attualità nell'ambito della formazione quali: la riforma del Sistema Scolastico e Universitario, la didattica della Chimica nella Scuola di base e nella Scuola secondaria, la funzione della formazione chimica per il progresso della società, il ruolo della chimica a tutela della salute e dell'ambiente, i sistemi integrati di Istruzione e Formazione, le collaborazioni tra Scuola, Università, Imprese: stage e tirocinio, la formazione degli Insegnanti per la qualità dell'istruzione.

Gli interventi di numerosi e qualificati Relatori mostreranno come la chimica sia un'importante componente formativa di base per i giovani di oggi e come esista un "sapere chimico" che riesce a dare "gusto" e "piacere" alla scoperta e alla percezione del mondo attraverso l'esperienza cognitiva.

Le giornate dedicate al Congresso si articoleranno in 4 sessioni, una sessione poster e una tavola rotonda:

I Sessione. *L'insegnamento della chimica per ri-pensare la vita quotidiana.*

II Sessione. *La chimica crea problemi o propone soluzioni?*

III Sessione. *Fondamenti storico-epistemologici e linguaggi di comunicazione nella didattica della chimica.*

IV Sessione. *Il ruolo centrale del "fare" nell'apprendimento della chimica, le esperienze delle scuole: esperimenti, progetti, mostre, reti collaborative...*

Sessione poster

Tavola Rotonda : *La chimica e le altre scienze per la qualità della formazione scientifica*

Le riflessioni sul "sapere chimico" ci vengono imposte dallo sviluppo scientifico, tecnologico ed economico della società che con rapidi e profondi mutamenti investe il mondo della scuola. Ci chiediamo come proporre le conoscenze chimiche ai giovani studenti per dare un senso alla formazione di una cultura chimica di base e di una cultura tecnica adatte alle esigenze della società e del mondo del lavoro, come sviluppare competenze che possano essere utilizzate per risolvere problemi concreti. Ci chiediamo a quali bisogni personali, sociali, culturali ed economici risponde il sapere chimico, come rispondere ai bisogni estetici ed etici che accompagnano la crescita dei giovani.

Crediamo che Conferenza Nazionale contribuirà trovare risposte nella ricerca didattica, nelle migliori esperienze delle scuole e in tutti quei "laboratori didattici" in cui si progetta, si fa ricerca, si sviluppa la creatività. La Divisione Didattica-SCI darà un contributo con la presentazione dei documenti elaborati per il rinnovamento dei curricula e della didattica.

Offriremo momenti di riflessione sulle caratteristiche del progresso scientifico, sul ruolo dell'indagine storico-epistemologica nella didattica della chimica, sui linguaggi usati per comunicare la scienza a confronto con l'uso e l'abuso del lessico scientifico.

Per un insegnamento della chimica che motivi realmente gli studenti, ma anche i docenti, proporremo relazioni su invito riguardanti argomenti di attualità per i giovani e la società su problematiche di carattere interdisciplinare come quelle legate alla salute, all'alimentazione, all'ambiente.

Convinti che la qualità della formazione venga rafforzata dalle reti collaborative, la Conferenza Nazionale rappresenterà un punto di incontro per estendere il dialogo al mondo del lavoro da un lato, alle Associazioni disciplinari dell'area scientifica dall'altro.

AVVISO

* **Tutti coloro che intendono presentare contributi orali o poster sono invitati ad inviare, all'indirizzo sotto riportato, il titolo e un breve riassunto della comunicazione.**

* **Resta inteso che qualora i contributi orali siano in numero elevato, il Comitato Scientifico si riserva di spostare i contributi in eccesso nella sessione poster.**

* **L'accettazione o meno dei contributi e l'eventuale spostamento nella sessione poster sarà comunicata direttamente agli autori.**

* **La data ultima dell'invio dei contributi e le specifiche riguardanti l'editing sarà definita appena possibile.**

* **Le quote di partecipazione e la sistemazione alberghiera saranno definite nella II^a Circolare che comparirà nel n°3 di CnS.**

Informazioni presso la Presidenza del Comitato organizzatore

Prof. ssa **Maria Vittoria Massidda**

Via Olbia, 7 - 09125 Cagliari

Tel. 070/652066

Fax 070/401591

72 e-mail vmassidda@tiscalinet.it

ATTACCHI ALLA CHIMICA

*Il presente comunicato è la risposta che la Società Chimica Italiana e la Divisione di Didattica hanno inviato agli organi di stampa, per esprimere il disaggio della comunità dei chimici che da tempo è oggetto di attacchi ripetuti e privi di fondamento. Questo comunicato fa seguito all'”**Appello dei docenti di discipline scientifiche contro l'impovertimento culturale e materiale dell'Italia**” che ha avuto una adesione più che lusinghiera da parte dei soci delle associazioni disciplinari.*

La crescente distorsione dell'immagine della chimica sta provocando danni al reclutamento di tecnici e ricercatori in questa disciplina e produce inconvenienti nello sviluppo scientifico e tecnologico del Paese. Il calo delle iscrizioni ai corsi di laurea in scienze sperimentali, scese per la chimica in molti casi più del 50%, è un fenomeno ben documentato in tutti i Paesi tecnologicamente sviluppati. Sembra farsi concreta anche da noi come già in Inghilterra e negli Stati Uniti, la necessità di ricorrere a chimici stranieri, anche extra comunitari. La relazione del Prof. Rossi Bernardi al Consiglio Universitario Nazionale sulle linee guida per la politica scientifica e tecnologica del Governo riconosce che anche in Italia le scelte di Facoltà da parte dei giovani, non sembrano sempre correlate ai bisogni della società. Le cause principali di questa paradossale situazione sono:

- i) suggestioni errate sulla funzione della scienza chimica nella società ed in particolare nel sistema industriale moderno da parte dei mezzi di informazione di massa e
- ii) ritardi nell'adeguamento dei tempi e dei modi della didattica chimica nei programmi scolastici ministeriali.

La frequente presentazione della “chimica” come imputata negli incidenti e nei danni all'ambiente o alla salute umana, ignora la vera funzione di questa scienza che, al contrario, detta le leggi e insegna i modi corretti per produrre e trattare i materiali e stabilisce le basi scientifiche che regolano le loro trasformazioni nei processi industriali e nei fenomeni naturali. In caso di inosservanza o ignoranza di queste leggi la “scienza chimica” non ha ovviamente alcuna responsabilità negli eventi che ne derivino. Il problema del calo delle vocazioni è stato pubblicamente affrontato l'anno scorso, con grande preoccupazione, in occasione di diverse importanti manifestazioni, come il “Sigma Aldrich Young Chemist Symposium” organizzato congiuntamente dalla SCI e dall'industria a Riccione, con la tavola rotonda sulla formazione e il destino dei giovani chimici, nonché in occasione dei Congressi Nazionali della Divisione di Chimica Organica e della Divisione di Didattica Chimica della Società Chimica Italiana. Quanto agli interventi sulla preparazione di nuovi chimici si osservano, in qualche indicazione per la riforma della scuola secondaria, omissioni che potrebbero preludere a pericolosi orientamenti. L'area scientifica viene infatti denominata “matematico-fisico-naturalistica”.

L'omissione della chimica è un grave *vulnus* a questa scienza che è ponte insostituibile fra la fisica e le scienze naturali, cioè le scienze della vita e della terra, le quali del linguaggio originale e autonomo della chimica fanno necessariamente uso. La Società Chimica Italiana, accoglie la allarmata segnalazione della sua Divisione di Didattica che in questo momento è impegnata, anche in collaborazione con il Ministero della Istruzione della Università e della Ricerca, alla preparazione dei docenti delle scuole secondarie all'insegnamento della chimica integrato nell'insegnamento delle scienze sperimentali di base (fisica e scienze naturali) e provvede a diffonderla in tutti gli ambienti interessati.

Società Chimica Italiana
Il Presidente
Prof. Giovanni Natile

Divisione di Didattica – SCI
Il Presidente
Professore Emerito
Giacomo Costa