

Giornale di Didattica della Società Chimica Italiana

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

CnS

LA CHIMICA NELLA SCUOLA



**CHIMICA
DESCRITTIVA**

**DIDATTICA CHIMICA
IN LABORATORIO**

**GIOCHI DELLA CHIMICA
FASE NAZIONALE**

**III CONFERENZA
NAZIONALE
II CIRCOLARE**



Anno XXIV
Maggio - Giugno 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 Ceruti, 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

C'è da preoccuparsi? **73**
di *Raffaele Pentimalli*

DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

Chimica descrittiva **75**
di *Henry A. Bent, Brian E. Bent*

Il ruolo della storia e dell'epistemologia nella costruzione del curriculum verticale **79**
di *Marco Ciardi*

Spazi vuoti e pieni in reticoli di sfere a massima compattezza e in strutture correlate **84**
di *Claudio Giomini, Giancarlo Marrosu, Mario E. Cardinali*

A definition was also provided for the volume of a lattice hole *Abstract*

Il computer...bilancia le reazioni chimiche **88**
di *Paolo Barabotti, Luigi Marcolini*
A software is proposed that balances non-ionic chemical equations *Abstract*

DALLA DIVISIONE DI DIDATTICA

Prospettive di lavoro nell'ambito della Divisione per l'innovazione didattica. Il progetto Trieste **91**
di *Fausta Carasso, Rosarina Carpignano, Tiziano Pera, Pasquale Fetto, Silvio Gori, Pierluigi Riani*

GIOCHI DELLA CHIMICA

Risultati e classifiche della fase nazionale **93**
di *Mario Anastasia*

LABORATORIO E DINTORNI

Sulla didattica chimica in laboratorio **97**
di *Ermanno Niccoli*

COMUNICAZIONI BREVI

La precisione nella prassi di laboratorio **100**
di *Pasquale Fetto*

RUBRICHE

UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA **101**

Una narrazione affascinante

LETTERE **102**

ACHILLE E LA TARTARUGA **103**

Cataloghi (Directories)

DALLA DIVISIONE **107**

III Conferenza Nazionale (II Circolare)

LIBRI **90**

RECENSIONI **96**

C'è da preoccuparsi ?

In un recente Convegno tenutosi a Firenze presso l'INDIRE (ex BDP) è stata data l'opportunità a un gruppo di operatori della scuola italiana di confrontarsi con rappresentanti di diversi Paesi dell'UE che hanno presentato gli sviluppi che i loro sistemi di formazione stanno promovendo.

L'impressione generale che ne ha tratto chi ha partecipato è stata che tutti si stessero preoccupando di superare, in modi articolati e diversi, la separazione tra aspetti accademici e aspetti operativi della formazione. Questo non significa in assoluto uniformità dei canali di scolarità ma una tendenza a garantire ai diversi percorsi pari dignità e possibilità di sviluppi omogenei, non necessariamente uguali.

Nel nostro Paese, purtroppo, la separazione tra i diversi canali formativi è sempre stata, al di là delle dichiarazioni di intenti, molto evidente. La possibilità formale di accedere comunque da tutte le scuole secondarie superiori alla formazione universitaria ha visto, nei numeri, una sparuta minoranza di studenti provenienti dagli Istituti Professionali affrontare con successo i corsi di Laurea. Gli stessi dati sulla dispersione la dicono lunga sulla "parità" tra i diversi canali scolastici. La formazione professionale, settore nel quale le Regioni, uniche competenti, non hanno dato quasi mai buona prova di sé, è stata sempre esclusa da possibili sviluppi di terzo livello, per coloro che vi avessero concluso con successo corsi di formazione di secondo livello.

Il problema di questa separazione di fatto, si è acuito, con l'elevamento dell'obbligo scolastico ai 15 anni, con i primi anni dei corsi secondari superiori, investiti della responsabilità di attivare "passerelle" per facilitare i passaggi in itinere per coloro che desiderassero cambiare corso di studi dopo una prima scelta effettuata magari in modo approssimativo. Credo di non dire nulla di nuovo se affermo che sia stato "molto arduo" tradurre in pratica le indicazioni e che nella maggioranza dei casi le passerelle siano state giocate al ribasso.

La proposta di riforma della quale oggi si discute, abbastanza lontana dal documento della commis-

sione Bertagna, del quale diversi passaggi erano condivisibili, ritorna sulla questione e assume un impegno importante. Dopo la terza media gli studenti effettueranno una scelta tra due percorsi che dovranno essere assolutamente permeabili e garantire a tutti la possibilità di passaggi tra l'uno e l'altro, non solo ma di potersi concludere, per tutti, con la garanzia di accesso alla istruzione superiore nelle diverse forme, accademica e/o di istruzione professionale superiore.

Quale può essere la realizzabilità pratica di questo disegno ? Quale garanzia di totale permeabilità possono garantire due canali paralleli uno gestito dalle scuole, autonome ma collegate ancora a doppio filo con l'apparato del MIUR, e l'altro da istituti/enti di istruzione/formazione professionale gestiti dalle Regioni ?

La sfida appare superiore alle forze. La scuola e la formazione non sono state in grado di dialogare, se non in modo occasionale e sporadico, per quasi trenta anni; quale miracolo si dovrà compiere perché in poco tempo risolvano i problemi di incompatibilità se non di concorrenzialità che hanno reso molto difficile il dialogo in questi anni ?

In una scuola nella quale la formazione dei docenti è prevalentemente accademica, dove insegnare la stessa disciplina in un liceo o in un istituto professionale, per troppo tempo, è stato visto come un problema di quantità di contenuti e non di metodo e di strumenti, peraltro spesso acquisiti artigianalmente dai docenti, quale flessibilità sostanziale potrà essere messa in campo ?

Purtroppo la pluriennale esperienza acquisita nel mondo della scuola mi porta a ritenere ancora una volta che una riforma, qualunque ne siano i principi ispiratori, si scontrerà con una traduzione in pratica gattopardesca: "cambiamo tutto perché nulla cambi".

Il vero problema risiede nel fatto che nel nostro Paese è mancata una politica (in senso nobile) della scuola, non vi è mai stato un disegno strategico che abbia guidato le azioni del legislatore. Abbiamo spe-

rimentato tutto in modo arruffato, generalmente sempre aggiungendo discipline, contenuti, senza mai verificare i risultati che, a gloria dei promotori delle varie sperimentazioni, sono sempre stati giudicati positivi. Tutte le volte che si è aperto un dibattito sulla scuola si è sempre scatenata una “guerra di religione” e, una volta passato il momento “clou”, tutto è restato nelle mani di “burocrati” che di scuola (sempre in senso nobile) poco sapevano. Le riforme una volta varate non sono mai state implementate, il concetto di “rolling reform” ci è estraneo.

I troppi compromessi cui sottostare hanno impedito al passato governo di arrivare a mettere in atto

una riforma approvata dal Parlamento e al presente governo di dare piena attuazione alle linee di indirizzo che la Commissione Bertagna aveva indicato. La scuola rischia di restare ancora un a volta ostaggio di veti incrociati cui si sono di recente aggiunti appetiti crescenti da parte di Amministrazioni Regionali che, se avessero valutato con un minimo di spirito critico il proprio operato sulla formazione professionale, avrebbero, più intelligentemente, evitato di tentare di ripetere l'esperienza con le scuole. Forse c'è da preoccuparsi perché i problemi reali resteranno e nessuna riforma potrà sostanzialmente risolverli; il rischio è, ancora una volta, una riforma “gattopardesca” che cambi per non cambiare.

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 24 - 25 - 26 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

Da parecchi anni le pubblicazioni di argomento chimico, concernenti cioè le proprietà e le trasformazioni della materia, contengono una elevata e ancor oggi leggermente crescente percentuale di note di carattere esclusivamente computazionale. Ciò sembra dipendere principalmente dal rapporto rapidamente crescente benefici/costi per le prestazioni dei calcolatori, che attraverso la reiterazione di parte dei calcoli consentono di ottenere risultati sufficientemente plausibili e utili anche con modelli di portata e livello modesti. Ad esempio, gli ep cicli dell'astronomia tolemaica, se aumentati arbitrariamente di numero come consentito dagli attuali calcolatori, darebbero orbite arbitrariamente vicine a quelle osservate, senza la necessità di introdurre le innovazioni apportate da Copernico (J. Baggott, *The meaning of quantum theory*, Oxford University Press, Oxford 1992, p.76).

Tale facilitazione di calcolo ha indubbia utilità per la chimica, perché permette una razionalizzazione di composti e processi reali e una valutazione di composti e processi virtuali. Unita alla rapidità e sicurezza di produrre pubblicazioni, che in una società basata sull'immagine sta diventando un parametro sempre più indipendente dall'innovazione e dall'utilità, rischia però di produrre effetti dannosi, conseguenti alla stagnazione, trascuratezza, e progressiva ignoranza delle numerose, delicate e fantasiose tecniche sperimentali (paragonabili alla programmazione innovativa), quasi tutte applicazioni della chimica fisica, che hanno consentito a generazioni di chimici di ottenere risultati concreti anticipando la teoria, e indicando o addirittura imponendone le linee di sviluppo (ad esempio coloranti e assorbimento della radiazione elettromagnetica).

Quanto detto si riflette nell'impostazione e nell'approccio didattico dei testi di *Chimica Generale* (ed *Inorganica*) per il primo anno dei corsi di laurea universitari e dei libri di chimica di base per le scuole secondarie superiori. Tale approccio, con poche eccezioni, è infatti di tipo teorico-deduttivo, realizzando così una perdita di contatto con gli aspetti sperimentali e intuitivi. Gli studenti quindi non si rendono conto della pervasività della chimica nel quotidiano, nei processi tecnologici, più in generale nella società e, tanto meno, della sua valenza culturale.

L'articolo che segue, scritto più di dieci anni fa, precisa in modo utile ancor oggi i rischi di un esagerato impegno computazionale, assimilabile ad una monocultura, con i ben noti inconvenienti che ne conseguono.

Bruno Lunelli, Rinaldo Cervellati

CHIMICA DESCRITTIVA*

*“Un nome deve significare qualcosa?” Chiese Alice dubbiosa.
“Naturalmente” rispose Humty Dumpty Lewis Carroll, “Attraverso lo specchio”.*

*Riprodotta con autorizzazione da *Journal of Chemical Education*, 64 (1987), 249.

Traduzione di Paolo Mirone.

Introduzione e sommario

Il commento di Pauli

I chimici sono soliti distinguere tra chimica teorica e chimica descrittiva. Questa distinzione non piaceva a Pauli. Secondo lui la chimica teorica non era molto teorica: “per usarla bisogna conoscere troppa chimica”. Il commento di Pauli è molto simile alla tesi centrale del presente articolo: *Bisogna conoscere molta chimica descrittiva per utilizzare nel modo giusto la teoria chimica.*

**North Carolina State University, Raleigh, NC 27650

***University of California at Berkeley, Berkeley, CA 94720

Maggio - Giugno 2002

HENRY A. BENT**

BRIAN E. BENT***

D'altra parte neppure la chimica descrittiva è molto pura. *Bisogna conoscere molta chimica teorica per descrivere la chimica chimicamente.*

La tesi di Whevell

Gli sforzi per distinguere tra chimica teorica e chimica descrittiva spingono la didattica della chimica verso l'uno o l'altro di due estremi:

Tesi prevalente: La chimica teorica è il vertice del pensiero chimico; perciò la chimica teorica è la chimica più importante da insegnare.

Antitesi riemergente: La chimica descrittiva è il fondamento del pensiero

chimico; perciò la chimica descrittiva è la chimica più importante da insegnare.

Noi proponiamo la seguente sintesi: *La chimica teorica e la chimica descrittiva sono fondamentalmente la stessa cosa.* Entrambe descrivono la chimica. Entrambe usano termini teorici. La differenza fra le due sta nel grado di familiarità.

Molti anni fa Whevell osservò che un fatto è una teoria familiare [1]. Oggi si considera un fatto che la sostanza chiamata “cloro” dai chimici sia un elemento. Ma c'è stato un tempo in cui questa idea era considerata una improbabile congettura sostenuta seriamente da un solo chimico, Sir Humphry Davy.

Lo snobismo dei chimici

La “chimica descrittiva” usa termini teorici familiari: solido, liquido; colo-

CnS - La Chimica nella Scuola

rato, incolore; reattivo, non reattivo. La “chimica teorica” usa termini descrittivi meno familiari: cella unitaria, funzione di distribuzione radiale; spettro di assorbimento, probabilità di transizione; energia di attivazione, energia libera.

Purtroppo la familiarità alimenta il disprezzo. Nei testi di chimica generale la chimica descrittiva è generalmente relegata in fondo al libro, mentre la chimica teorica, tenuta in maggiore considerazione e meno familiare, è collocata al principio. Per molti studenti il risultato è troppa chimica poco familiare troppo presto e troppo in fretta.

E’ vero che, come suggerivano Eyring, Walter e Kimball nella loro introduzione alla meccanica quantistica, i lettori non dovrebbero confondere la mancanza di familiarità con l’intrinseca difficoltà. D’altra parte gli insegnanti dovrebbero sapere che la familiarità non va confusa con l’intrinseca facilità e la mancanza di complicazioni.

Il problema è che lo spettro della familiarità è quasi continuo: acido, base; elettrofilo, nucleofilo; coordinativamente non saturo, più alto orbitale molecolare occupato. E’ facile che, a passi inavvertiti, la chimica teorica di ieri diventi *per i chimici* – ma non per gli studenti di chimica principianti – la chimica descrittiva di domani. Si dimentica facilmente che ciò che ora è familiare un tempo era non familiare. Tuttavia, questa panoramica del pensiero chimico chiarisce solo in parte la questione su che cos’è la chimica descrittiva.

Il “Vedere” di Hanson

Ogni parte della chimica, in qualsiasi modo sia considerata, come chimica descrittiva o teorica, come chimica elementare o avanzata, è sempre, come la vedono i chimici, l’unione di due cose: pensieri e sensazioni. Per i chimici la chimica non consiste puramente di combinazioni verbali di termini familiari o di manipolazioni matematiche di termini astratti. Né, d’altra parte, la chimica consiste di esplosioni impressionanti o di subitanei cambiamenti di colore.

La chimica in quanto chimica consiste di fenomeni chimici descritti chimicamente. Come direbbe Hanson, *la chimica descrittiva consiste nel vedere le sostanze e le trasformazioni chimiche così come le vedono i chi-*

mici – otticamente, come è ovvio, e inoltre teoricamente, *con gli occhi della mente*. [2]. Per descrivere l’attività, carica di teoria, di vedere e descrivere la chimica così come la vedono i chimici, useremo l’espressione *Chimica Descrittiva*.

La reazione di Remsen

Il comportamento del rame

Il modo migliore per iniziare la Chimica Descrittiva con la D maiuscola consiste in una dimostrazione della natura della Natura – secondo le parole di Heidegger, in uno svelamento dell’essere [3]. La Chimica Descrittiva è vedere che, secondo le parole di Remsen, “l’acido nitrico agisce sul rame”.

Chimica Descrittiva è vedere, anche prima che il rame e l’acido nitrico siano fatti interagire, che *non c’è reazione*. Non c’è reazione visibile, a temperatura ambiente, fra “rame” in massa e “aria”.

Chimica Descrittiva è vedere che il “rame” è un “metallo nobile”. E’ vedere che, come dicono i chimici, “il rame (in massa) non è ossidato facilmente dall’ossigeno molecolare”. (Pochi studenti di chimica principianti, vedendo una monetina di rame, penserebbero questo).

Chimica Descrittiva è vedere che, chimicamente, il rame somiglia agli altri metalli da conio, “argento” e “oro”. E’ vedere che, se i metalli pesanti sono elencati in ordine di densità crescente, c’è una ripetizione delle proprietà chimiche: il rame è seguito dopo un intervallo dall’argento e poi dall’oro. E’ vedere, grossolanamente ma acutamente, che la reattività chimica può avere una periodicità. E’ vedere ciò che vedevano i chimici ben prima della scoperta dell’elettrone, della fisica quantistica e del principio di *aufbau*, cioè che tre degli elementi conosciuti dagli antichi appartengono allo stesso gruppo del sistema periodico.

Chimica Descrittiva è vedere, molto prima di arrivare alla chimica fisica e alla funzione di Gibbs, che in generale esiste una correlazione fra la stabilità degli ossidi metallici e le date di scoperta dei rispettivi metalli: meno stabile è l’ossido, più antica è la scoperta del metallo. E’ vedere, in altri termini, che i metalli nobili hanno una tendenza relativamente piccola a donare elettroni all’ossigeno molecolare. E’ vedere che, fra i metalli, rame ar-

gento e oro hanno elettronegatività relativamente alte. I loro cationi sono agenti ossidanti relativamente buoni. Spesso essi agiscono da accettori di elettroni nelle celle galvaniche.

Chimica Descrittiva è vedere, prima di arrivare alla chimica inorganica avanzata, le manifestazioni di importanti aspetti della teoria degli acidi e basi duri o molli. E’ vedere, più tardi, che nel caso del rame e dei suoi congeneri gli elettroni del guscio di valenza altamente polarizzabile degli elementi metallici sono, per così dire, migliori leganti per noccioli atomici “molli” (“bitorzoluti”) tipo *d10* di quanto siano i meno polarizzabili, “duri” (“più lisci”) ioni ossido.

Il comportamento dell’acido nitrico

Chimica Descrittiva è anche vedere che l’acido nitrico è un *liquido incolore*. Ciò è sorprendente. Le sue molecole sono piuttosto piccole. Esse devono essere particolarmente attaccate le une rispetto alle altre.

Vedere che l’acido nitrico è un liquido è vedere, con l’aiuto di un chimico, l’importanza del legame a idrogeno. E’ vedere, come vedono i chimici, l’acidità di Lewis e la elettrofilicità dei protoni dei gruppi idrossilici attivati e la basicità e nucleofilicità dei doppietti solitari sull’ossigeno.

E’ vedere, come vedono gli spettroscopisti, l’assenza di uno spettro nel visibile. Cioè vedere un grande intervallo di energia tra il più alto orbitale molecolare occupato (HOMO) e il più basso orbitale molecolare non occupato (LUMO) nelle molecole a guscio chiuso e obbedienti alla regola dell’ottetto formate da atomi elettronegativi.

E’ vedere, come vedono i chimici fisici, la differenza tra stabilità cinetica e stabilità termodinamica. E’ vedere nella resistenza passiva di aria e acqua a formare acido nitrico la differenza tra le energie libere di attivazione e quelle di reazione.

E’ vedere, come vedono i biochimici, il ruolo degli enzimi negli organismi nitrificanti. Ed è vedere, come vedono i chimici industriali, il ruolo dei catalizzatori omogenei ed eterogenei nella fissazione dell’azoto atmosferico.

Chimica Descrittiva è vedere il Tao della Chimica nelle profondità di ogni cosa.

Tutto questo “vedere” può sembrare

ricercato. Ed è realmente così. Nella scienza non esistono esperimenti cruciali, sosteneva Duhem, ma soltanto esperimenti più o meno indicativi della via del vedere scientifico [4]. *Lo scopo della Chimica Descrittiva è rendere familiare un vedere scientifico ricercato mediante l'uso concreto e frequente di termini e immagini scientifiche.*

Chimica Descrittiva con la D maiuscola

Chimica Descrittiva è vedere che cosa sono in realtà le sostanze chimiche: solidi, liquidi e gas in stati stazionari dell'essere, con modi caratteristici del divenire chiamati "proprietà". E' vedere l'esistenza di stati delle cose definiti e caratterizzabili, ai quali gli scienziati attribuiscono autofunzioni uniche e nomi distintivi: "rame", "acido nitrico"[5].

In principio erano parole, e nomi per le sostanze pure. E questo fu l'inizio della Chimica Descrittiva.

Chimica Descrittiva è vedere che, come diceva Humpty Dumpty, un nome significa qualcosa di definito. "Rame" è un solido color rame a temperatura e pressione standard, "acido nitrico" è un liquido incolore.

La Chimica descrittiva è una storia naturale degli stati stazionari. Ma questo non è tutto.

La Chimica Descrittiva è qualcosa di più che fare una raccolta di dati chimici. E' qualcosa di più che dare un nome alle sostanze pure. *La Chimica Descrittiva è soprattutto vedere i cambiamenti di nome. E' vedere "prodotti" formati a partire da "reagenti". E' vedere, nel linguaggio della fisica quantistica, transizioni quanto-mecchaniche tra stati stazionari. In breve, è vedere la reattività chimica.*

E' anche vedere nel colore blu degli "ioni rame idratati", una delle ragioni a favore della teoria del campo dei leganti. E' vedere (una volta di più) gli effetti degli elettroni *d* negli atomi metallici e dei doppietti solitari basici negli atomi non metallici

E nel "diossido d'azoto" gassoso è vedere, disponendo di un dimostratore intraprendente, le molte immagini chimiche che possono essere evocate dall'Esperimento della Bottiglia Marrone [6].

In sintesi, *la Chimica Descrittiva è istruzione in linguaggio moderno. E' penetrante ed espressiva. E', secondo le parole di Gibbs, un'appropriata*

espressione delle "resistenze passive" e delle "tendenze attive" della Natura [7]. In un certo senso, essa è buon senso chimico. Il rame è un metallo nobile, che tuttavia l'acido nitrico è capace di ossidare dando ioni idratati blu. L'acido nitrico è un liquido incolore stabile, che tuttavia il rame metallico riduce al gas marrone diossido d'azoto.

La Chimica Descrittiva è semplice chimica dichiarativa, dichiarata al momento in cui la si mostra e la si vede. E' la chimica dell'"Ah!". Assistendo a lezioni con dimostrazione e a dimostrazioni con lezione essa fa esclamare: "Ah, vedo!".

Tuttavia, date le aggressive rivendicazioni conoscitive della fisica quantistica – tutta la chimica è risolta in linea di principio [8] – la Chimica Descrittiva può essere in realtà, dal punto di vista psicologico, la parte della chimica più difficile da insegnare bene. *Certamente la Chimica Descrittiva è per gli studenti la parte della chimica più importante da conoscere bene.*

La Chimica Descrittiva pratica e applicata è un prerequisito per usare nel modo appropriato tutte le parti più teoriche della chimica. Un esempio è sufficiente a illustrare il primato della Chimica Descrittiva nella gerarchia del pensiero chimico.

La Regola di Gibbs

Le basi della Regola

La Chimica Descrittiva comincia con semplici descrizioni delle proprietà di singole fasi di sostanze pure. A temperatura ambiente e pressione atmosferica il rame è un solido, l'acido nitrico un liquido. La Regola delle Fasi di Gibbs è semplicemente la generalizzazione della familiare Regola del Due: date la temperatura e la pressione di una sostanza pura e omogenea, le altre proprietà (intensive) della sostanza possono essere cercate in un manuale di chimica e fisica o in un prontuario di chimica.

Analogamente, un sistema a due componenti e una fase – per esempio, una soluzione acquosa di acido nitrico o una lega rame e zinco – ha tre gradi di libertà: per esempio *T, P* e la frazione molare di uno dei componenti devono essere specificati per fissare le rimanenti proprietà del sistema. E così via. Gibbs pensava che la regola fosse auto-evidente [7]: se aumenta il numero dei componenti, *C*, di una

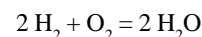
fase solida, liquida o gassosa, il numero dei gradi di libertà aumenta nella stessa misura.

D'altra parte, l'acqua liquida pura in equilibrio col suo vapore a una data temperatura ha una ben definita pressione (la sua "tensione di vapore"); cioè un sistema a un componente e due fasi ha solamente un grado di libertà (per esempio *T*). E così via. Se si aumenta il numero di fasi *F* (a *C* costante), il numero di gradi di libertà diminuisce nella stessa misura. In breve, $V = 2 + C - F$.

La regola delle fasi di Gibbs è facile da enunciare, facile da ricavare, ma meno facile da usare. *L'uso appropriato della teoria chimica dipende dalla previa conoscenza della Chimica Descrittiva di base.*

Resistenze passive e tendenze attive

Consideriamo per esempio una miscela gassosa di idrogeno, ossigeno ed acqua. Che valore ha *V*? Secondo Gibbs, $2 + C - F$. E ovviamente $F = 1$. Ma che valore ha *C*? Tre? Sì se, *sperimentalmente*, si trova che la resistenza passiva alla reazione



è grande; cioè se l'energia di attivazione della reazione è grande in confronto a *RT*.

D'altra parte si potrebbe osservare, *sperimentalmente*, che idrogeno e ossigeno mostrano una tendenza attiva a formare acqua e viceversa; cioè le tre specie potrebbero essere in equilibrio chimico le une con le altre, per esempio grazie alla presenza di un catalizzatore.

In realtà l'espressione $V = 2 + C - F$ è fuorviante. Da un punto di vista sperimentale essa presenta le cose in maniera sbagliata, mettendo il carro (*C*) davanti ai buoi (*V*). In primo luogo perché *V* non è determinata dalla conoscenza di *C* (e *F*). Piuttosto, *C* è determinata inizialmente dalla conoscenza di *V*. L'osservazione sperimentale degli effetti delle resistenze passive e delle tendenze attive sul comportamento delle fasi del sistema quando si variano la sua temperatura, pressione e composizione chimica determinano *V* e quindi, con il valore sperimentale di *F*, il valore di *C* mediante la relazione $C = V + F - 2$. La conoscenza delle resistenze passive e delle tendenze attive di un sistema è essenziale in qualsiasi applicazione della Regola delle Fasi di Gibbs.

“In generale le resistenze passive”, nota Gibbs, “sono facilmente riconoscibili con la più *superficiale conoscenza della natura*” [7] (corsivo nostro). Una resistenza passiva, continua Gibbs, è quella resistenza al cambiamento che impedisce a una delle due possibili forme di una sostanza di trasformarsi nell'altra: per esempio diamante in grafite; idrogeno e ossigeno in acqua; rame e ossigeno in ossido di rame; azoto, ossigeno ed acqua in acido nitrico.

La Gibbsiana “conoscenza superficiale” della natura chimica della Natura è ciò di cui tratta la Chimica Descrittiva di base. E' conoscenza delle resistenze passive della Natura e delle sue tendenze attive chimiche. E' conoscenza della reattività chimica. E' conoscenza indispensabile ai chimici. E' sapere, per esempio, che l'acqua è un composto stabile di idrogeno e ossigeno e che le miscele di idrogeno e aria possono esplodere. E' sapere che il rame perde la sua lucentezza a contatto dell'aria, cioè che l'ossido di rame è stabile a temperatura ambiente, ma che il rame non arrugginisce come il ferro. C'è una resistenza passiva alla sua ossidazione in massa.

Naturalmente questi fatti si possono trovare in un libro, così come si può trovare l'ortografia delle parole di questa frase. Ma chi è costretto a fare così è funzionalmente un analfabeta. *La conoscenza della Chimica Descrittiva di base è necessaria per essere chimicamente alfabetizzati.*

La raccomandazione di Lavoisier

In conclusione, che cos'è Chimica Descrittiva?

E in realtà, che cosa non è Chimica Descrittiva?

Tutta la chimica, “descrittiva” e “teorica”, è sia descrittiva che teorica. E' tutta una descrizione astratta –cioè “teorica”- della Natura. Dalla nomenclatura delle sostanze fino a, per esempio, la regola del due e la regola delle fasi di Gibbs, le energie libere di attivazione e di reazione, è – o dovrebbe

essere - tutta Chimica Descrittiva. Perché, se non fosse una descrizione della natura chimica della Natura, che cosa sarebbe?

La questione non riguarda tanto che cosa sia la Chimica Descrittiva, ma piuttosto come possiamo insegnare la chimica in modo tale che ciò che insegniamo descriva che cosa è la chimica. Raccomandava Lavoisier: Non divagare. Evita conclusioni incoerenti. *Non anticipare nomi, idee, teorie ma ciò che è necessario a spiegare un esperimento o osservazione immediata* [9].

Fare un esperimento. Versare un liquido incolore su una monetina di rame.

Poi fare un'osservazione. Questa è una trasformazione *chimica!*

Ripetere l'esperimento, prendendo nota dei cambiamenti di “stato” e di colore.

Anticipare (simultaneamente) qualche nome: “rame”, “acido nitrico”, “diossido d'azoto”, “ione rame”.

Fare un altro esperimento. Versare in acqua solfato di rame anidro e nitrato di rame. Prendere nota dei colori e delle conducibilità elettriche delle due soluzioni.

Introdurre alcune idee: elementi, composti, ioni

Suggerire letture sul libro di testo a proposito di elementi e composti, rame e acido nitrico, ioni ed elettroni, ossidazione e riduzione.

Rispondere alle domande con altri esperimenti, ulteriore terminologia, ulteriori idee, altre letture... e così via per tutto il trimestre e tutto il corso.

Naturalmente un insegnamento di questo tipo non è logicamente nitido e ordinato. Né intende esserlo. Esso tende a mostrare che cos'è la chimica: qualcosa di stuzzicante, spesso sorprendente, altamente creativo, spesso utile, notevolmente astratto, talvolta rischioso, continuamente mutevole, sempre interessante.

Conclusioni

La Chimica Descrittiva è uno stile generale di insegnamento più che uno

specifico contenuto curricolare; è qualcosa per la cattedra più che per la pagina stampata; è la proposta di immagini memorabili più che la presentazione di dimostrazioni formali; è una discussione su ciò che è utile sappia uno studente di chimica più che su ciò che è piacevole da contemplare per un fisico teorico; è chimica psicologicamente significativa più che chimica logicamente rigorosa; è un linguaggio adoperato più che un linguaggio costruito, è nello spirito delle lezioni di Faraday sulla “Storia chimica di una candela” più che nello spirito delle moderne introduzioni alla chimica con la loro enfasi sull'aritmica chimica; è nella “fase romanzesca” più che nella “fase della precisione” nel senso di Whitehead; è uno sforzo per mettere in risalto la semplice sottigliezza della chimica elementare più che l'eleganza matematica della chimica fisica; è questione di concetti chimici più che di teorie fisiche; guarda a che cosa è realmente la chimica più che a ciò che i fisici quantistici pensano dovrebbe essere.

Ringraziamento

Gli autori sono grati a Henry E. Bent per le costruttive critiche a una prima stesura del presente articolo.

Bibliografia

- [1] W. Hevel, *Philosophy of the inductive sciences*; Frank Cass, London, 1967.
- [2] N.R. Hanson, *Perception and discovery*; Freeman e Cooper, San Francisco, 1969.
- [3] M. Heidegger, *On time and being*; Harper Torchbooks, New York, 1972.
- [4] P. Duhem, *The aim and structure of physical theory*; Princeton University, Princeton NJ, 1954.
- [5] H.A. Bent, *J. Chem. Educ.* (in corso di stampa).
- [6] H.A. Bent e H.E. Bent, *J. Chem. Educ.*, 57, (1980), 609.
- [7] J.W. Gibbs, *Collected Works, Vol. 1 (Thermodynamics)*; Yale University, New Haven, 1948, pp. 58, 96.
- [8] P.A.M. Dirac, *Proc. Royal Soc. (London)*, A123 (1929), 714.
- [9] A. Lavoisier, *Elements of Chemistry*; Dover, New York, 1965, p. XVI.

Il ruolo della storia e dell'epistemologia nella costruzione del curricolo verticale:

per una storia della didattica della chimica e una rivalutazione del ruolo della cultura chimica in Italia

Gli studi sulla didattica della chimica in Italia hanno raggiunto un livello di indiscutibile qualità ed esiste in proposito una consistente bibliografia.[1-7]. Tali studi hanno permesso di individuare con precisione limiti e pregi del rapporto fra insegnamento della chimica e sistema scolastico, consentendo una chiara messa a fuoco delle cause alla base delle difficoltà che caratterizzano tale rapporto, nonché l'individuazione degli eventuali e possibili rimedi. Tuttavia, se andiamo ad esaminare la storia della scuola italiana negli ultimi vent'anni, possiamo accorgerci che i problemi cruciali da risolvere (e intorno ai quali si continua a dibattere) sono rimasti gli stessi, anzi si sono aggravati. Ciò significa che ancora non sono state individuate le giuste strategie per poter incidere efficacemente sull'insegnamento della chimica all'interno del sistema scolastico. Questo credo sia l'obiettivo sul quale, d'ora in poi, tutte le componenti interessate debbano concentrare i loro sforzi, in una prospettiva di sempre maggiore collaborazione.

Quali questioni richiedono oggi l'attenzione di tutti coloro che hanno a cuore le sorti della chimica come forma di cultura e non solo di tecnica? In linea di massima, mi pare che esista un generale consenso sulla materia:

- 1) il progressivo calo delle iscrizioni nelle facoltà scientifiche;
- 2) l'inadeguata preparazione offerta sia agli studenti che agli insegnanti;[7]
- 3) l'immagine negativa della chimica (e, più in generale, della scienza) agli

MARCO CIARDI (*)

occhi dell'opinione pubblica, una chimica considerata non più come strumento di conoscenza della realtà e come disciplina di pubblica utilità, ma esclusivamente come fornitrice di prodotti industriali e militari (spesso responsabili di contaminazioni ambientali), subordinata alle esigenze dell'economia e della politica. E' del tutto evidente come questi problemi siano non soltanto estremamente complessi, ma strettamente legati fra loro. Da tempo si riflette intorno all'opportunità di introdurre la storia della scienza e, quindi, della chimica, a livello didattico. Il rapporto tra storia della chimica e didattica della chimica è stato esaminato con molta attenzione negli ultimi vent'anni e, anche in questo caso, esiste un'ampia letteratura in proposito,[8] che non trascura, giustamente, la scuola dell'infanzia e di base, punto fondamentale di riferimento per qualsiasi sistema educativo che voglia ritenersi tale. Del resto, sono proprio gli studi sul mondo dei bambini (che grazie alle loro innate capacità conoscitive fondate sul gioco, l'immaginazione e la fantasia si avvicinano in maniera spontanea ed entusiastica al magico universo dei colori, dei sapori e degli odori che contraddistinguono la chimica),¹ a farci capire come, ad un certo punto del sistema scolastico, debba avvenire qualcosa che riesce a trasformare un terreno fertile per l'apprendimento in un terreno arido, fat-

to di formalismi, di nozioni e di strutture che i ragazzi progressivamente rifiutano.

Nel 1986, Carlo Fiorentini affermava che "considerare la strutturazione concettuale attuale della chimica come punto di partenza per l'insegnamento nella scuola secondaria" dovesse essere considerato "un errore".[9] Più o meno negli stessi anni, Leonello Paoloni, (uno degli chimici a cui spetta maggiormente il merito di aver consentito lo sviluppo delle riflessioni sulla didattica della chimica, oltre ad aver favorito la crescita degli studi di storia della chimica in Italia), sottolineava come "dal punto di vista dell'insegnamento della chimica nella scuola italiana", l'introduzione della storia della disciplina avrebbe potuto servire "a modificarne l'attuale condizione di marginalità", contribuendo a formare "nel discente una cultura personale moderna, aperta alla considerazione di tutte le implicazioni sociali della scienza, a fornirgli un abito critico fondato sulla lettura storica della scienza".[10] Oltre a questa consapevolezza, è emerso ben chiaramente, dal dibattito che si è svolto in questi anni, come l'introduzione della storia della chimica a livello di scuola secondaria non possa ricalcare l'immagine dello sviluppo scientifico proposta solitamente nei manuali scolastici.

I manuali interpretano il passato alla luce delle consolidate acquisizioni delle scienze attuali e dimenticano di analizzare la genesi storica della loro tormentata costruzione. Proponendosi esclusivamente come strumenti tecnici che mirano a produrre competen-

(*) Università di Bologna
Dipartimento di Filosofia
ciardi@philo.unibo.it

¹ Si veda, in relazione alla tematica trattata, l'attività svolta, proprio a Trieste, dal Laboratorio dell'Immaginario Scientifico (www.immaginarioscienifico.it).

ze specialistiche, i testi scientifici evitano di presentare le contraddizioni interne al processo di formazione di una teoria e finiscono così per offrire un'immagine dogmatica della scienza. Questo problema è ben chiaro a chi si occupa di didattica della chimica. Al contrario, come ha ripetutamente sottolineato Paolo Rossi, "il compito degli storici è stato *sempre* quello di mostrare che ciò che appare come ovvio e naturale è invece il risultato di processi complicati, di decisioni difficili, di scelte operate in situazioni *diverse* da quelle attuali".[11-12] Ogni successo viene raggiunto seguendo itinerari intricati, mai lineari e questo contribuisce a renderne il racconto affascinante e ricco di capitoli impreveduti.

La polemica nei confronti del sapere manualistico non è sorta in tempi recenti. Già nel 1935 Ludwik Fleck sottolineava come i manuali ricostruissero in maniera distorta la genesi di un fatto scientifico, partendo dall'errato presupposto che i risultati di una ricerca siano logicamente coincidenti con le intenzioni originarie di uno scienziato.[13] Oggi, quindi, dopo anni di battaglie sostenute per rivendicare l'esatto compito della storia della scienza, dovrebbe essere ben noto a tutti che i processi reali attraverso i quali si sono sviluppate le scienze contemporanee non sono quelli descritti nei manuali. "Nessuno, credo", scriveva Thomas Kuhn negli anni '70 del Novecento, "pensa ancora che la storia sia semplice cronaca, una raccolta di fatti sistemati secondo l'ordine con cui sono avvenuti".[14] Purtroppo, però, questa convinzione fatica a farsi largo fra la comunità degli scienziati e, soprattutto, nel mondo della scuola, dove la cronaca dei manuali rappresenta spesso l'unica fonte di informazione storica sulla scienza. Molti insegnanti temono che soffermarsi troppo a lungo sul reale sviluppo di una disciplina scientifica (e, quindi, ad esempio, sugli ostacoli o le incoerenze insite nella realizzazione di una teoria) possa generare confusione e limitare le possibilità di apprendimento degli studenti. Personalmente ritengo, invece, che la comprensione dei problemi (che non sono soltanto scientifici, ma culturali e filosofici) a cui un'opera o una teoria hanno tentato di rispondere, attraverso l'analisi e lo studio della loro genesi, faciliterebbe sicuramente anche l'acquisizione delle

nozioni squisitamente tecniche e specifiche peculiari dei manuali.

Acquisizione che spesso risulta difficoltosa proprio perché le questioni fondamentali sono presentate in maniera asettica, mai accompagnate da una spiegazione che permetta di capire i motivi e le cause della loro origine.[15]

Naturalmente il mio discorso è indirizzato al contesto italiano. Ma le questioni di cui ci stiamo occupando non riguardano un fenomeno nazionale, ma i sistemi educativi di tutti i paesi industrializzati. Qualche anno fa Renato Dulbecco si è espresso in maniera molto chiara al riguardo: "C"è oggi in tutto il mondo la sensazione che l'educazione scientifica nelle scuole non raggiunga i suoi scopi. Si pensa che ciò avvenga perché lo studio delle materie scientifiche è isolato dalla vita degli studenti, che imparano a conoscerle solo attraverso i libri di testo, con lo scopo esclusivo di superare gli esami; non c'è l'eccitazione della scoperta di cose sconosciute, che è la parte più importante della scienza".² In questo senso la conoscenza della storia del pensiero scientifico può contribuire certamente a restituire alla scienza il suo vero significato culturale e conoscitivo e contribuire a creare un progetto educativo corretto, mostrando come essa non sia soltanto un insieme ripetitivo di schemi e procedimenti non modificabili, ma consista anche (o soprattutto) in ricerca ed invenzione. Generalmente gli scienziati temono che il riconoscimento delle origini complicate della scienza moderna possa ostacolare l'acquisizione delle basi su cui si fondano le scienze contemporanee. Questo atteggiamento ha invece generato un effetto imprevisto e dannoso. Tagliando alla radice i suoi legami con la storia, la scienza ha creato una barriera (che tuttavia è inesistente) fra sé ed il mondo umanistico, venendo meno nell'interesse non soltanto degli studenti, ma dell'opinione pubblica in generale.³ Ma la scienza "è un'arte umanistica", ha affermato John C. Polanyi, premio Nobel per la chimica nel 1986: "la teoria della relatività non aspettava di essere scoperta, non più di quanto *Guernica* esistesse prima di Picasso. Tanto lo scienziato che l'artista han-

no abbracciato una certa visione del mondo legata alla cultura cui appartenevano".⁴ In linea con queste idee troviamo un altro premio Nobel per la chimica (1962), Max F. Perutz.

E' importante coltivare la passione non meno dell'intelligenza, poiché questa senza quella è priva di valore. La scienza è un'avventura e ogni scienziato dovrebbe studiare non solo ciò che gli interessa, ma ampliare la sfera delle varie discipline: essa è come un'arte e, in conformità con ogni attività creativa, ha bisogno di immaginazione.[17]

Ritengo, tuttavia, che negli ultimi vent'anni, a livello di scuola secondaria superiore, siano stati fatti molti passi in avanti. Ciò è dipeso dalla possibilità degli insegnanti delle discipline umanistiche, artistiche e scientifiche di riuscire a lavorare a progetti comuni (spesso detti sperimentali, ma che in realtà dovrebbero rappresentare la normalità) che hanno contribuito a focalizzare l'attenzione degli studenti sulla scienza intesa come valore culturale. Nonostante questo, è necessario fare molto di più. E certamente il destino della chimica nella scuola non può essere slegato da quello dell'università, un'università che a sua volta dovrebbe subire un più decisa inversione di tendenza. Paoloni ha già delineato con estrema chiarezza il problema.

Ho fatto riferimento più spesso alla scuola media ed a quella secondaria superiore, perché è in tale sede che avviene (o dovrebbe avvenire) la formazione culturale di base. Il presupposto per la proponibilità di tale discorso è una presenza attiva della cultura storica nelle facoltà di scienze delle università italiane. Non so se l'insegnamento <<Storia della Chimica>> sia presente in tutti gli statuti delle predette facoltà, ma credo sia certo che tale insegnamento tace, con la sola eccezione di Torino. Esso non è compreso in quelli considerati dal piano nazionale degli studi del corso di laurea in chimica. Questo dice di per sé che di regola la *storia della chimica* non è considerata appartenente all'area disciplinare della chimica.[18]

² <<Il Sole-24 ore>>, 4 dicembre 1994, p. 27.

³ Per un agile ed introduttivo approccio alle problematiche riguardanti la nascita, lo sviluppo e le caratteristiche della scienza moderna.[16]

⁴ <<Il Sole-24 ore>>, 4 dicembre 1994

Purtroppo, allo stato attuale, la situazione non è affatto migliorata. Ciò fa nascere una serie di interrogativi e, in particolare, una domanda precisa: i chimici sono realmente interessati al fatto che la loro disciplina debba avere un valore culturale e che questo valore sia riconosciuto agli occhi dell'opinione pubblica? Si sarebbe tentati di dire di no. In questo caso, si comportano così in base a qualche motivata ragione, oppure non si sono ancora resi conto, ingenuamente, dei pericoli ai quali sta andando incontro la loro disciplina? Comunque sia, il problema non si risolve certo ricorrendo esclusivamente al ruolo della vittima. È evidente che l'immagine negativa che oggi la chimica e la scienza hanno agli occhi dell'opinione pubblica risiede in numerosi fattori esterni alla scienza stessa.[19] Tuttavia anche gli scienziati hanno le loro responsabilità. La tendenza all'isolamento e all'autonomia delle varie comunità scientifiche e l'indifferenza nei confronti dei cambiamenti che hanno determinato un mutamento del ruolo e dell'immagine della scienza nella società nel corso dei secoli non possono rappresentare una risposta adeguata alla risoluzione dei problemi indicati in apertura di questo articolo.

Gli scienziati e, nel caso particolare, i chimici, devono avere la consapevolezza che i valori su cui si basa la scienza moderna sono il frutto di una conquista, di battaglie che hanno visto combattere sullo stesso fronte protagonisti della nascita della scienza (e della filosofia – fatto che dovrebbe far riflettere maggiormente anche gli insegnanti di scienze e di filosofia nelle scuole secondarie) moderna, ovvero Galileo, Bacon, Cartesio, Hobbes, Locke, Leibniz. Com'è noto, gli inventori della rivoluzione scientifica, infatti, non evitarono di prendere in considerazione alcuni elementi tipici della cultura rinascimentale, quali l'ermetismo, l'astrologia, le pratiche magiche ed alchimistiche (tutte tematiche variamente confluite nelle loro teorie e nelle loro opere), ma si trovarono pressoché concordi nel denunciare i rischi presenti nella valorizzazione dell'immagine di un sapere segreto, intuitivo, occulto, profetico, riservato soltanto ad eletti e iniziati, ed i pericoli insiti nell'utilizzazione di linguaggi ambigui ed oscuri, costruiti talvolta intenzionalmente per ostacolare la comprensione e proteggere l'accesso alla conoscenza [20].

Maggio - Giugno 2002

Fra questi linguaggi quello dell'alchimia destava una preoccupazione certamente non di poco conto. Non era l'idea dell'intervento sulla natura, delle operazioni in laboratorio, della manipolazione delle sostanze a fare la differenza fra sostenitori della nuova scienza e alchimisti. La diversità stava nel diverso modo di concepire la conoscenza, riservata soltanto agli eletti e agli iniziati per le innumerevoli sette degli alchimisti, accessibile a tutti per gli scienziati. Questa fu la peculiarità che contraddistinse l'operato dei protagonisti della rivoluzione scientifica, schierati senza indugio a favore della diffusione della cultura e di un sapere pubblico, controllabile e verificabile da tutti, perché universale e fondato sul principio dell'uguaglianza delle intelligenze, così ben esemplificato in questo passo da Comenio, il cui meccanismo di strutturazione dei cicli scolastici resta ancora oggi, a distanza di quattrocento anni, estremamente attuale:

Né si può dare alcun valido motivo per escludere il sesso debole (voglio dare qualche avvertimento speciale anche a questo proposito) dagli studi (sia in latino che nella lingua materna). Anche le donne, come gli uomini, sono immagine di Dio, egualmente partecipi della grazia divina e del regno del secolo futuro; sono dotate anch'esse di intelligenza acuta e di capacità di accostarsi alla cultura (spesso più del nostro sesso); anche per loro, come per gli uomini, è aperta la possibilità di ricoprire incarichi elevati, perché spesso Dio le ha destinate a governare popoli, ad essere sagge consigliere di re e principi, a esercitare la scienza medica e altre scienze utili all'umanità, e anche a profetizzare e a rimproverare sacerdoti e vescovi.[21]

Non c'è bisogno, comunque, di scomodare illustri pedagogisti per sottolineare come l'età compresa fra i 12 ed i 19 anni costituisca un momento di passaggio delicatissimo nella vita di individuo, un periodo in cui, fra i molti altri decisivi cambiamenti, sia a livello biologico che cognitivo, emerge con forza il rifiuto dell'autorità (in primo luogo quella familiare) e degli schemi precostituiti. Forse, far capire agli studenti che, in fondo, la scienza moderna è nata per affermare principi che hanno a che fare con la libertà di pensiero e la democrazia, non con il

dogmatismo e l'autoritarismo, potrebbe essere un punto di importanza non trascurabile nel loro avvicinamento alle discipline scientifiche. Fare questo non significa negare o nascondere che il sapere scientifico è soggetto al pericolo di condizionamenti politici ed economici. Tuttavia, sotto il profilo conoscitivo, è necessario insistere sul fatto che ancora non è stata ancora trovata una forma di sapere, alternativa alla scienza, che garantisca per tutti le stesse possibilità di accesso alla verità e di comprensione della realtà. Ciò non significa neppure che non possano esistere altre forme di verità (si veda in proposito il contributo presentato al convegno da Luigi Cerruti): ma nessuna fra queste forme garantisce una possibilità di applicazione universale quanto quella scientifica. Penso che gli studenti possano apprezzare l'immagine di una scienza modesta e non superba, che si confronta con altre forme di sapere, di uno strumento conoscitivo non assoluto ed in continua evoluzione, eppure indispensabile, creativo e non dogmatico.

Contemporaneamente, tuttavia, è necessario precisare fin dall'inizio, (come avevano ben chiaro i filosofi e gli scienziati del XVII secolo), che per raggiungere la padronanza degli strumenti e delle possibilità che la scienza mette a disposizione è necessaria una buona dose di impegno e di applicazione. L'idea di poter fare affidamento, nel viaggio verso la verità, su di una illuminazione (comoda ed istantanea) si presenta ovviamente, soprattutto agli occhi di un giovane, più accattivante rispetto alla prospettiva di essere costretti a seguire un ragionamento lungo e difficile, che non sempre dà luogo ad un esito felice (mentre invece la previsione di un mago si rivela, ad uno sguardo superficiale, infallibile). Il metodo scientifico, infatti, sebbene sia alla portata di tutti, deve essere appreso per gradi, a prezzo di studi, che richiedono pazienza ed equilibrio, e sacrifici non a tutti graditi. «L'uomo crede più facilmente vero ciò che preferisce vero» e respinge «le cose difficili perché è impaziente nella ricerca», [22] scriveva Bacon. A distanza di quattro secoli, questo giudizio resta ancora estremamente attuale.

Introdurre con sempre maggiore forza nella scuola secondaria una storia della cultura chimica non significa piegarsi alle esigenze della sociologia

della scienza, né pensare ad un insegnamento dove il ruolo delle teorie e degli aspetti tecnici della disciplina debba essere dimenticato. La chimica va insegnata e gli studenti la devono apprendere, questo è ovvio. Si tratta, tuttavia, di riuscire a fare, soprattutto, un lavoro di qualità più che di quantità, di proporre un insegnamento dove venga privilegiato il metodo, rispetto all'acquisizione dei dati, dove si insista sulla esposizione di problemi piuttosto che sulla soluzione di questioni tecniche. E dove si forniscano i valori culturali della disciplina. Consapevoli del fatto che i valori su cui si fonda non soltanto la scienza, ma in sostanza, anche l'essenza del pensiero democratico, così come sono stati conquistati, possono essere anche perduti.

Sotto questo profilo la chimica si trova, a mio avviso, in una condizione estremamente favorevole in ambito didattico, perché la sua storia ha a che fare con una delle più grandi rivoluzioni del pensiero moderno, ovvero la costruzione della teoria chimica di Lavoisier, una rivoluzione che rappresenta uno dei più grandi risultati lasciatici in eredità dal pensiero scientifico moderno. La diversità fra la 'nouvelle chimie' di Lavoisier e la tradizione degli alchimisti non va individuata, infatti, soltanto nella creazione di una nomenclatura semplice ed univoca e nella definizione di un nuovo concetto di elemento (risultato dell'analisi sperimentale di laboratorio). Essa costituisce anche la ferma volontà di rendere la chimica una disciplina specifica (diversa dalla fisica) fondata sullo studio di trasformazioni quantitative e non qualitative, e non più interpretabile come parte di teorie generali di ispirazione metafisica o spiritualistica.⁵ Inoltre la nuova chimica si propone come forma di sapere accessibile a tutti e non riservata esclusivamente ad una casta di eletti o di privilegiati. La chimica moderna, in sostanza, rappresenta uno dei frutti maturi della filosofia illuministica ed è il prodotto della cultura espressa

dall'*Encyclopédie*. Essa si proponeva di attuare un ragionevole equilibrio tra progresso tecnologico, sviluppo morale e benessere sociale, in base al presupposto che la scienza potesse svolgere un'importante ruolo culturale e di pubblica utilità. La rivoluzione di Lavoisier risultò vincente anche perché contribuì ad affermare l'idea che la chimica fosse una scienza socialmente utile, di fondamentale importanza per il miglioramento della qualità della vita e per rispondere ai bisogni primari dell'umanità.

Questa idea, tuttavia, perse ben presto la sua efficacia. L'aumento del processo di industrializzazione nella seconda metà del XIX secolo, fondato sul positivismo, che esaltava il progresso scientifico e tecnologico come unica via per la crescita dell'uomo (anche morale e sociale), portò infatti conseguenze negative all'immagine pubblica della chimica.⁶ Inoltre le prime gravi problematiche sociali create dall'industrializzazione, come quelle che emersero, in Italia, dal caso del fosforo bianco, utilizzato nell'industria dei fiammiferi, responsabile di aborti e avvelenamenti cronici sia tra i lavoratori che nella popolazione, misero in evidenza (già allora) l'immobilismo e la scarsa informazione del mondo politico di fronte al problema.^[27] In aggiunta a ciò, sul finire del secolo nuove filosofie antiscientifiche ed irrazionaliste, esaltando il mito della natura incontaminata, contribuirono a codificare il carattere esclusivamente patogenico della chimica, negandone gli aspetti positivi ed il valore culturale, e favorendo la riemersione di pseudoscienze, medicine alternative e miti moderni di facile presa sull'opinione pubblica.⁷ Come scrisse Paul Valéry, "all'idolatria del progresso si contrappose quella della sua maledizione: si sommarono così due luoghi comuni".^[29]

Nel momento in cui scrivo, Storia della scienza, come disciplina universitaria è, in Italia, ampiamente diffusa all'interno della Facoltà di Lettere e Filosofia. Gli storici della scienza, che

esercitano questa disciplina in senso professionale, e non come passatempo, da anni si stanno impegnando nel tentativo di rivendicare il ruolo culturale della scienza e di salvaguardare un'immagine positiva della scienza [30-32]. Cosa sanno gli scienziati di questi dibattiti? Sono realmente interessati a stringere rapporti di collaborazione con le facoltà umanistiche a favore di una battaglia comune in nome del valore culturale della scienza? Il disinteresse degli scienziati (e soprattutto dei chimici) è tanto più paradossale se si pensa che la storia della scienza come disciplina professionale, non soltanto in Italia, ma a livello internazionale, ha avuto uno dei suoi padri fondatori in un chimico, Aldo Mieli, laureatosi all'Università di Pisa, collaboratore a Roma di Cannizzaro e Paternò, allievo di Ostwald a Lipsia. Contro i modelli epistemologici di Croce e le proposte scolastiche di Gentile portò avanti in maniera coraggiosa una battaglia per rivendicare il valore culturale della scienza e l'importanza di studiarne la storia. Anche quella battaglia è stata oggi dimenticata.^[33]

Chi si iscrive ad un corso di laurea in chimica ha ovviamente superato il problema dell'immagine negativa della chimica. Gli studenti universitari hanno tuttavia acquisito piena consapevolezza dell'importanza del ruolo culturale della loro disciplina? Riescono inoltre a pensare allo studio della chimica come ad un'attività di ricerca creativa, in continuo movimento e non come ad una professione esclusivamente tecnica? Ho buone ragioni per credere che l'introduzione di corsi di storia e filosofia della chimica a livello universitario possa sicuramente contribuire a costruire o a rafforzare tale consapevolezza. In particolare ritengo che la storia della chimica nelle facoltà scientifiche, pur non trascurando lo sviluppo complessivo della disciplina, dovrebbe stimolare negli studenti la conoscenza dei dibattiti contemporanei e dei progetti di frontiera, in maniera tale da fornire

⁵ Com'è noto la chimica moderna inizia a definirsi, attraverso un processo lungo e faticoso, che vede contrapporsi o intersecarsi diverse tradizioni di ricerca e immagini della scienza e della materia soltanto nella seconda metà del XVIII secolo. Fra Cinquecento e Settecento la storia di questa disciplina ci presenta un panorama estremamente ricco e complesso, dove non è possibile trovare un filo conduttore che conduca fino alla scienza contemporanea. In questo arco di tempo, il chimico non rappresenta una figura professionale istituzionalmente definita come ai giorni nostri. Pratiche di tipo chimico (variamente mescolate con interessi di diverso genere) sono al centro degli interessi di filosofi, medici, alchimisti, mineralogisti, cultori di storia naturale, esperti in rimedi farmaceutici (a volte un ricercatore poteva essere tutti queste cose contemporaneamente). Per una storia della chimica fra '500 e '700 si veda [23]. Su Lavoisier: [24]. Per un'introduzione generale alla storia e filosofia della chimica si veda: [25].

⁶ Per una storia delle cause che hanno contribuito in Italia a trasformare la scienza da forma di cultura in mero strumento tecnico mi permetto di segnalare [26].

⁷ Per un'utile introduzione all'universo delle pseudoscienze si veda: [28]

uno stimolo costante alla ricerca, evitando il rischio dell'acquisizione passiva dei dati. In questa prospettiva risulta dunque necessario che si prospetti possibile per alcuni chimici la possibilità di svolgere una carriera nell'ambito della storia della chimica a livello universitario. Infatti, per quanti sforzi possano fare gli storici di formazione umanistica, sarà sempre difficile per loro padroneggiare gli sviluppi tecnici (naturalmente il discorso non vale per gli aspetti istituzionali, politici, sociali, ecc.), del sapere scientifico a partire dalla fine del XIX secolo.⁸ E' indispensabile, perciò, che anche gli scienziati convenivano sulla costruzione di figure professionali nell'ambito della storia della scienza che abbiano alle spalle una formazione di tipo scientifico. Al tempo stesso, anche gli umanisti dovranno riflettere attentamente sul destino della storia della scienza e sulla preparazione dei futuri cultori di questa disciplina.

⁸ Fortunatamente gli storici della chimica italiani si stanno dedicando con serietà allo studio degli sviluppi teorici e sperimentali della disciplina nel XX secolo. Ottimi esempi in questo senso sono: [34-35]. Ci auguriamo che tali ricerche possano ricevere gli adeguati incoraggiamenti ed aiuti anche all'interno della facoltà scientifiche.

Bibliografia

- [1] L. Paoloni, *Nuova didattica della chimica*, Bari, Bracciodieta Editore, **1982**.
 [2] a cura di Enzo Ferroni, *Orientamenti di ricerca educativa e didattica della chimica*, Firenze, Quaderni del Centro di Documentazione, n. **1**, Firenze, **1984** (che raccoglie parte dei contributi presentati al III Convegno Nazionale di Didattica Chimica della Divisione Didattica della Società Chimica Italiana, organizzato a Firenze dal 7 al 10 dicembre **1983**).
 [3] I Quaderni di Villa Falconieri, *L'insegnamento degli insegnanti di chimica: esperienze e prospettive. Atti del Convegno organizzato dal CEDE e della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana (Villa Falconieri, 17-18 giugno 1983)*, n. **3**, Frascati, **1984**;
 [4] R. Cervellati, D. Perugini, *Guida alla didattica della chimica nella Scuola Se-*

- condaria Superiore*, Bologna, Zanichelli, **1987**.
 [5] *Chimica 2000. Insegnamento della chimica nella scuola dell'autonomia*, Società Chimica Italiana, Divisione di Didattica Chimica, maggio **2000** (contenente un utile bibliografia relativa ad articoli apparsi su <<La chimica nella scuola>> dal 1989 al 2000)
 [6] a cura di E. Niccoli, P. Riani, G. Villani, *Fondamenti Metodologici ed Epistemologici, Storia e Didattica della Chimica, Pisa, III Scuola Estiva, 26 giugno-7 luglio / 4-15 settembre 2000*, Pisa, SEChimica, **2000**, 2 voll.
 [7] *Insegnanti di qualità. I percorsi di formazione. Giornate di studio sulla formazione scientifica nelle scuole secondarie, Trieste, 3-5 maggio 1999*, Trieste, Edizioni Università di Trieste, **2000**.
 [8] a cura di Gianni Michelon, *Atti del Convegno: La formazione scientifica nella scuola media superiore: introduzione alla storia della chimica (Venezia, 20-22 novembre 1986)*, Venezia, Gruppo di Didattica delle Scienze, **1986**.
 [9] C. Fiorentini, *La legge dei volumi di Gay-Lussac: una legge evidente ? in Storicità e attualità della cultura scientifica e insegnamento delle scienze*, a cura del C.I.D.I di Firenze, Firenze, Marietti - Manzuoli, **1986**, p. 231.
 [10] L. Paoloni, *La storia nella didattica chimica: modi, contesti, attualità*, in *Orientamenti di ricerca educativa*, p. 65.
 [11] P. Rossi, *I ragni e le formiche. Un'apologia della storia della scienza*, Bologna, Il Mulino, **1986**, pp. 25-26.
 [12] P. Rossi, *Il passato, la memoria, l'oblio*, Bologna, Il Mulino, **1991**.
 [13] L. Fleck, *Genesi e sviluppo di un fatto scientifico*, Bologna, Il Mulino, **1983**.
 [14] T. S. Kuhn, *La tensione essenziale. Cambiamenti e continuità nella scienza*, Torino, Einaudi, **1985**, p. 18.
 [15] M. Ciardi, *L'atomo fantasma. Genesi storica dell'ipotesi di Avogadro*, Firenze, Olschki, **1995**.
 [16] P. Rossi - V. Ferrone, *Lo scienziato nell'età moderna*, Roma-Bari, Laterza, **1994**.
 [17] M. F. Perutz, *Consigli per i futuri scienziati e considerazioni sui pochi premi Nobel assegnati in Italia*, in *Le molecole dei venti*, Roma, Di Renzo Editore, p. 35.
 [18] L. Paoloni, *La storia nella didattica chimica*, pp. 67-68.
 [19] P. Rossi, *La Società internazionale dei nemici della scienza*, in *Scienza e filosofia alle soglie del XXI secolo. Atti del Convegno, Milano, 6 ottobre 1995*, Milano, Le Scienze, **1996**, pp. 11-23.
 [20] M. Ciardi, *L'entusiasmo e la nascita*

- della scienza moderna*, in *Studi sull'entusiasmo*, a cura di Amalia Bettini e Silvia Parigi, Milano, Franco Angeli, **2001**, pp. 117-135.
 [21] J. A. Komenský, *Didactica magna*, 1675; trad. it. *Grande didattica*, a cura di A. Biagio, Firenze, La Nuova Italia, **1993**, pp. 119-120.
 [22] F. Bacon, *Instauratio magna*, 1620; trad. it. *La grande instaurazione*, in *Scritti filosofici*, a cura di P. Rossi, Torino, UTET, **1975**, p. 565.
 [23] F. Abbrì, *Elementi, principi, particelle. Le teorie chimiche da Paracelso a Stahl*, Torino, Loescher, **1980**.
 [24] M. Beretta, *Lavoisier: la rivoluzione chimica*, Milano, Le Scienze, **1998** ("I grandi della scienza", **I**, n. 3).
 [25] G. Villani a cura di, *Molecole. La chimica oggi: filosofia, storia e ricerca avanzata*, Napoli, CUEN, **2001**.
 [26] M. Ciardi, *La fine dei privilegi. Scienze fisiche, tecnologia e istituzioni scientifiche sabaude nel Risorgimento*, Firenze, Olschki, **1999**.
 [27] N. Nicolini, *Il pane attossicato. Storia dell'industria dei fiammiferi in Italia, 1860-1910*, Bologna, Documentazione Scientifica Editrice.
 [28] P. Albani, P. della Bella a cura di, *Forse Queneau. Enciclopedia delle scienze anomale*, Bologna, Zanichelli, **1999**.
 [29] P. Valéry, *Sguardi sul mondo attuale*, a cura di F. C. Papparo, Milano, Adelphi, **1994**, p. 140.
 [30] P. Rossi, *Profilo di storia della scienza nel Novecento*, in *I ragni e le formiche*, pp. 163-209;
 [31] P. Corsi, *Scienza. Storia della scienza*, in *Enciclopedia Italiana. Supplemento*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, **1995**, pp. 677-687;
 [32] M. Ciardi, *Dalla cronaca al continuismo. Pierre Duhem e la nascita della storia della scienza moderna*, <<Nuncius>>, **XI**, 1996, pp. 687-698.
 [33] F. Abbrì, *La storia della scienza in Italia*, in *Storia della scienza e della medicina. Bibliografia critica*, a cura di P. Corsi e Paul Weindling, Roma-Napoli, Theoria, **1990**, pp. 549-574.
 [34] L. Cerruti, *Free Electrons. Lo sviluppo della chimica organica fisica, 1900-1940*, in *Atti dell'VIII Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica (Arezzo, 28-30 ottobre 1999)*, a cura di F. Abbrì e M. Ciardi, Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, **1999**, pp. 207-263;
 [35] F. Turco, L. Cerruti, *Charles J. Pedersen e le origini della chimica supramolecolare*, <<Nuncius>>, **XV**, 2000, pp. 111-168.

SPAZI VUOTI e PIENI in RETICOLI di SFERE a MASSIMA COMPATTEZZA e in STRUTTURE CORRELATE

Riassunto

Per i reticoli a massima compattezza (esagonale e cubico a facce centrate) nelle cui cavità siano inserite ulteriori sfere, è stata calcolata la frazione di spazio occupata. È stato definito cosa si intenda per volume di una cavità reticolare, e ne è stato effettuato il calcolo. I volumi delle cavità sono stati messi in relazione con quelli delle sfere in esse alloggiate e con quelli delle sfere del reticolo ospitante.

Summary

For closest-packed lattices (hexagonal and face-centred cubic) hosting further spheres in their holes, the percent of filled space was calculated. A definition was also provided for the volume of a lattice hole. This volume was calculated and compared with the volume of both a guest sphere and a lattice sphere.

Introduzione

Fin da tempi relativamente antichi, i vari schemi per la disposizione ordinata tridimensionale di oggetti sferici e la valutazione di quale di essi consenta un più efficiente utilizzo dello spazio disponibile hanno suscitato interesse, come argomenti ricchi di implicazioni sia intellettuali che pratiche. Tra le prime, si va dalla congettura di Keplero [1] e i relativi problemi matematici, fino agli studi condotti in questi anni da Torquato [2] sull'accatastamento casuale di sfere. Le seconde, oltre ai problemi ovvii di immagazzinamento di oggetti sferici,

CLAUDIO GIOMINI^(*)
 GIANCARLO MARROSU^(**)
 MARIO E. CARDINALI^(***)

possono riguardare, ad es., gli idrati dei gas [3] (di rilevante interesse sia nella ricerca di nuove fonti di idrocarburi sia nel confinamento del diossido di carbonio [4] nelle profondità oceaniche), la conducibilità ionica allo stato solido [5], le soluzioni solide interstiziali e alcuni solidi ionici non comuni con proprietà insolite [6], ecc.

Una data sostanza sceglie di cristallizzare in una certa struttura per massimizzare il rilascio di energia comportato dalla formazione del reticolo, minimizzando così il proprio contenuto di energia. Questo può spesso implicare che le particelle (atomi, ioni, molecole) presenti nel reticolo tendano a stare nel più stretto contatto possibile con il massimo numero possibile di altre particelle, massimizzando così sia la forza sia il numero dei legami con le loro vicine, e, pertanto, dando frequentemente origine a strutture caratterizzate dalla massima efficienza in termini di uso dello spazio disponibile.

Percentuali di vuoti e pieni in reticoli ospitanti ulteriori sfere nelle cavità interstiziali

Come è ben noto [7], sia la struttura esagonale compatta, sia quella cubica a facce centrate, sono a massima compattezza, in quanto in ambedue si realizza la percentuale più alta (circa il 74,05%, a rigore $(\sqrt{2}/6) \pi 100\%$ di spazio pieno che sia possibile ottenere con una disposizione tridimensionale di sfere di eguali dimensioni. Lo spazio vuoto in questi reticoli è circa il 25,95% dello spazio totale, e di solito si considera costituito da cavità di due diversi tipi (cavità

ottaedriche e cavità tetraedriche), circondate da 6, o 4, sfere, e presenti nella misura di una cavità ottaedrica e due tetraedriche per ogni sfera reticolare. In queste cavità possono trovar posto altre sfere, usualmente più piccole di quelle del reticolo ospitante; la struttura di molti solidi ionici e di alcuni solidi covalenti, nonché quella di numerose fasi intermetalliche, può essere interpretata considerando l'inserimento di ioni, o atomi, nelle cavità del reticolo ospitante, formato da altri ioni o atomi. Il raggio della sfera più grande che possa essere inserita in una cavità ottaedrica, o in una tetraedrica, senza disturbare il reticolo ospitante è $0,414r$, o $0,225r$ (a rigore, $(\sqrt{2}-1)r$ o $(\sqrt{3}/2 - 1)r$ rispettivamente, dove r è il raggio di una sfera del reticolo ospitante. La percentuale di cavità che effettivamente ospitano una sfera è variabile, e può riflettere la formula minima della sostanza considerata: ad es., nella a-allumina, due terzi delle cavità ottaedriche presenti in un reticolo esagonale compatto formato da ioni ossido ospitano ioni alluminio, secondo una sequenza regolare, mentre tutte le cavità tetraedriche sono vuote. Inoltre, è molto raro che le dimensioni dell'atomo (o ione) che viene inserito in un dato tipo di cavità e quelle della cavità stessa siano perfettamente combacianti: il più delle volte, le particelle del reticolo ospitante vengono allontanate le une dalle altre, il che tende a far diminuire la percentuale di spazio "pieno", mentre la presenza nelle cavità delle particelle ospitate tende a farla aumentare.

Le considerazioni ed i calcoli presentati in questo lavoro si riferiscono al caso in cui la sfera ospitata si adatti perfettamente alla cavità corrispondente (cioè, sia tangente alle sue pareti, pur rimanendo reciprocamente tangenti le sfere del reticolo ospitante), cosicché il primo effetto sia certa-

(*) Dipart. ICMMPM,
via Castro Laurenziano, 7 I-00161 Roma
Claudio.Giomini@uniroma1.it

(**) Dipart. ICMMPM,
via Castro Laurenziano, 7 I-00161 Roma
Giancarlo.Marrosu@uniroma1.it

(***) Dipart. di Chimica,
v. Elce di Sotto, 10 I-06100 Perugia
Labin@teseo.unipg.it

mente assente. In questa ipotesi, noi abbiamo calcolato (tab 1) le nuove percentuali di spazio pieno quando una parte, o la totalità, delle cavità presenti in un reticolo a massima compattezza alloggi ulteriori sfere.

Tab. 1. Percentuale di spazio pieno in un reticolo a massima compattezza ospitante ulteriori sfere nelle sue cavità.

Tabella 1	
Cavità occupate	Riempimento
Nessuna	74,05 %
Ottaedriche (100 %)	79,31 %
Tetraedriche (50 %)	74,89 %
Tetraedriche (100 %)	75,73 %
Ambo i tipi (100 %)	80,99 %

I casi considerati corrispondono a strutture molto comuni, ed anche (ultima riga) ad una piuttosto insolita, presente in alcuni idruri di terre rare, o in fasi intermetalliche, o in alcune sostanze ioniche di nuovo tipo, come il CaCu_2 , derivato dal fullerene [8]. I risultati mostrano incrementi molto modesti del grado di occupazione dello spazio in conseguenza dell'inserimento di ulteriori sfere nelle cavità reticolari, non ostante l'aumentato affollamento all'interno del reticolo. Nel caso più favorevole, solo il 26,76% dello spazio vuoto, e il 6,94% dell'intero spazio del reticolo, viene riempito da queste sfere addizionali. Queste cifre basse possono essere qualitativamente spiegate considerando che le cavità dove le nuove sfere devono venir alloggiare sono (in parte) delimitate da superficie non piane, ma sferiche, che appaiono convesse se guardate dall'interno della cavità.

Valutazione del volume di ciascun tipo di cavità

Uno studente con inclinazione alla matematica potrebbe forse domandarsi se i bassi valori di cui all'ultima parte della sezione precedente debbano attribuirsi a un riempimento meno efficiente della cavità tetraedrica da parte della corrispondente sfera in paragone a quanto accade per la cavità ottaedrica, o viceversa. In altre parole, questo equivarrebbe a chiedersi se una sfera ospitata in un interstizio del reticolo utilizzi lo spazio a sua disposizione più efficientemente quando è inserita in una cavità ottaedrica o in una tetraedrica, e sol-

leverebbe l'ulteriore problema di calcolare il volume di ciascun tipo di cavità. A prima vista, questo tipo di calcolo sembrerebbe privo di fondamento, poiché le superficie delle sfere attorno ad una cavità non la circondano completamente, cosicché lo spazio vuoto all'interno del reticolo è continuo, senza alcun confine definito tra le varie cavità. Comunque, se il centro di ogni sfera del reticolo ospitante venisse unito mediante linee rette con i centri delle dodici sfere con cui essa è in contatto, verrebbe a costituirsi un sistema ordinato di triangoli equilateri non complanari, che delineerebbero una struttura tridimensionale ideale formata da ottaedri e tetraedri regolari a contatto reciproco. In altre parole, se le sfere del reticolo si raggrinzissero fino a diventare puntiformi, le cavità presenti tra di esse si allargherebbero corrispondentemente, prenderebbero la forma di tetraedri ed ottaedri regolari, a facce piane, e riempirebbero l'intero spazio del reticolo. In questa struttura ideale, tetraedri ed ottaedri condividono facce, spigoli e vertici (coincidenti, questi ultimi, con i centri delle sfere del reticolo reale); in particolare, per la struttura derivante dal reticolo cubico a facce centrate (fig. 1), ogni faccia è in comune tra un ottaedro e un tetraedro, cosicché ogni ottaedro è circondato da otto tetraedri, ed ogni

di ogni sfera con quelli delle dodici sfere con cui è a contatto, si ottiene una struttura ideale simile a quella della fig.1, e formata anch'essa da ottaedri e tetraedri in rapporto 1:2. La differenza consiste nel fatto che si hanno alcune facce in comune tra due tetraedri o tra due ottaedri, il che, tra l'altro, rende impossibile l'esistenza di sostanze in cui tutte le cavità tetraedriche di questo reticolo siano occupate da atomi o ioni, e comporta un minor grado di simmetria rispetto a quello della struttura mostrata in fig.1. In ambedue i tipi di reticolo, la maggior parte dello spazio interno ai poliedri della struttura ideale è occupato da monconi di sfere somiglianti a piramidi, ma aventi una base non piana, bensì curva, costituita da una porzione di superficie sferica, di forma poligonale regolare: "quadrati sferici", per i monconi interni agli ottaedri, e "triangoli equilateri sferici" per quelli interni ai tetraedri. Il nome esatto di queste pseudo-piramidi dovrebbe essere "triedro polare" (o "triedro sferico") e "tetraedro polare" (o "tetraedro sferico"), secondo che abbiano tre oppure quattro facce piane laterali. Così, ogni ottaedro della struttura ideale ospita sei tetraedri polari, ed ogni tetraedro della struttura stessa ospita quattro triedri polari. In questo articolo, designiamo come volume di una cavità

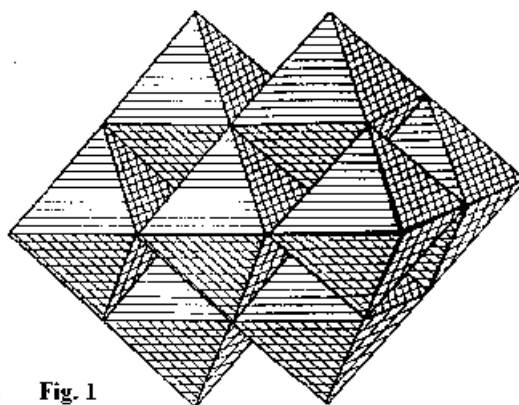


Fig. 1

Fig. 1. Struttura ideale di ottaedri e tetraedri adiacenti, associabile ad un reticolo cubico a facce centrate.

tetraedro da quattro ottaedri. Questo chiaramente significa che, in questa struttura ideale, ottaedri e tetraedri sono presenti in rapporto 1:2, come era da aspettarsi, dato che lo stesso rapporto vale tra le cavità ottaedriche e tetraedriche del reticolo reale. Nel caso del reticolo esagonale compatto, unendo i centri

(ottaedrica o tetraedrica) lo spazio che resta non occupato da queste pseudo-piramidi all'interno del poliedro corrispondente. Calcolare il volume di ciascun tipo di poliedro è molto semplice: poiché il suo spigolo vale $2r$, si ottiene $V_o = (8/3)\sqrt{2}r^3 \approx 3,771r^3$ per l'ottaedro, e $V_t = (2/3)\sqrt{2}r^3 \approx 0,943r^3$ per il tetraedro della struttura stessa, sicché gli ottaedri rappresentano i 2/3 esatti del volume di tale struttura. D'altro

canto, il volume di una pseudo piramide è dato semplicemente da $V_{pp} = (1/3) S r$, ma calcolare S , l'area del "poligono sferico" che contiene la base, implica l'uso della trigonometria sferica. In particolare, S è calcolabile [9] tramite la formula $S = [\theta - (n - 2)\pi] r^2$, dove n è il numero dei "lati curvi" del poligono, θ è la somma delle ampiezze (in radianti)

degli angoli del poligono stesso, che, in base alla trigonometria sferica [10], è eguale alla somma delle ampiezze degli angoli diedri formati dalle facce piane delle pseudo-piramidi. Ora, è molto semplice dimostrare che, per un ottaedro, l'angolo diedro formato da due facce adiacenti è il ben noto angolo tetraedrale di $109^{\circ} 28'$... (circa 1,91 rad), e che, per un tetraedro, l'analogo angolo diedro è supplementare all'angolo tetraedrale, la sua ampiezza essendo $70^{\circ} 31'$... (circa 1,23 rad). Dalla precedente formula, si ottiene:

$$S_q \cong [1,91 \times 4 - (4 - 2)\pi] r^2 \cong 1,359r^2$$

per l'area del "quadrato sferico", e

$$S_q \cong [1,23 \times 3 - (3 - 2)\pi] r^2 \cong 0,551r^2$$

per l'area del "triangolo equilatero sferico", cosicché si calcola

$$V_{PPq} = (1/3)S_q r \cong 0,453r^3 \text{ e}$$

$$V_{PPqr} = (1/3)S_{qr} r \cong 0,183r^3$$

per i volumi delle pseudo-piramidi a base quadrata e triangolare, rispettivamente. Il volume di una cavità ottaedrica è calcolabile come differenza tra il volume dell'ottaedro e quello delle sei pseudo-piramidi a base quadrata presenti al suo interno:

$$V_{CO} \cong V_O - 6V_{PPq} \cong (3,771 - 6 \times 0,453)r^3 \cong 1,053r^3.$$

Analogamente si trova che il volume V_{CT} di una cavità tetraedrica:

$$V_{CT} \cong V_T - 4V_{PPr} \cong (0,943 - 4 \times 0,183)r^3 \cong 0,208r^3.$$

Quindi, le cavità ottaedriche rappresentano il 71,70% dello spazio vuoto tra le sfere di un reticolo a massima compattezza, e il volume di una di esse

è più di quattro volte superiore a quello di una cavità tetraedrica, il rapporto V_{CO}/V_{CT} essendo circa 5,066; se avessimo preso, come stima di prima approssimazione per questo rapporto, il rapporto tra i raggi (elevati al cubo) delle sfere che le cavità stesse possono ospitare senza che il reticolo ospitante ne venga disturbato, si sarebbe ottenuto

$$[(\sqrt{2} - 1)r]^3 / [(\sqrt{3}/2 - 1)r]^3 \cong 6,260.$$

Ora si può comparare il volume di una sfera alloggiata in una cavità con quello della cavità stessa. Per la cavità ottaedrica, si ha

$$\frac{(4/3)\pi (0,414r)^3 \cong 0,2827}{1,053r^3} ;$$

e per quella tetraedrica,

$$\frac{(4/3)\pi (0,225r)^3 \cong 0,2288}{0,208r^3} ,$$

cosicché, incidentalmente, il valore (26,76%) precedentemente calcolato per la più alta percentuale di spazio interstiziale che possa esser riempito da sfere addizionali perfettamente adattantisi alle dimensioni delle rispettive cavità cade correttamente entro l'intervallo compreso tra il 28,27% e il 22,88%. Da ultimo, con riferimento alla domanda posta nella prima parte di questa sezione, si può affermare che la sfera nella cavità tetraedrica usa lo spazio disponibile in maniera alquanto meno efficiente che la sfera nella cavità ottaedrica. Forse, questo risultato è in parte da attribuire al fatto che la cavità ottaedrica, non ostante il nome, somiglia più ad un cubo che ad un

ottaedro (infatti, è delimitata da sei, e non da otto, pareti curve), mentre la cavità tetraedrica mantiene la forma del tetraedro, più "spigolosa" e soprattutto con più spazio collocato in "angoli morti", rispetto a quella della cavità ottaedrica, più ampia, più larga, e meglio utilizzabile da parte di una sfera che debba prendervi posto.

Riepilogo dei risultati

I risultati dei calcoli descritti in questo articolo sono riportati in tabella 2, dove i volumi delle varie parti da cui possono pensarsi formati sia un reticolo reale a massima compattezza sia la corrispondente struttura ideale sono dati in termini di . Inoltre, essi sono paragonati al volume di una sfera del reticolo ospitante, e riportati come percentuale di tale volume. Infine, essi vengono presentati come percentuale di tutto lo spazio (pieni più vuoti) del reticolo; quest'ultima espressione significa, in pratica, il volume di una sfera più quello delle tre cavità (una ottaedrica e due tetraedriche) associabili a ciascuna sfera. E' facile verificare che:

- 1) $b = e + 2i$, cioè, lo spazio vuoto totale è dato dalla somma delle due cavità, prese in rapporto 1:2;
- 2) $a + b = c + 2g$, cioè, gli spazi pieni più quelli vuoti in un reticolo reale equivalgono ai volumi degli ottaedri e dei tetraedri (presi in rapporto 1:2) della struttura ideale;
- 3) $c = 4g$, come già detto;
- 4) $6d + 2 \times 4h = a$, cioè, le varie pseudo-piramidi presenti all'interno di un ottaedro e due tetraedri della struttura ideale corrispondono ad una sfera.

Poliedri di coordinazione e considerazioni finali

Con riferimento all'ultima relazione

Tab. 2. Volumi delle varie parti presenti in un reticolo a massima compattezza e nella struttura ideale ad esso associabile.

Tabella 2										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Volume espresso come:	Sfera del reticolo	Spazio vuoto per ogni sfera	Ottaedro	Pseudo-piramide a base quadrata	Cavità ottaedrica	Sfera nella cavità ottaedrica	Tetraedro	Pseudo-piramide a base triangolare	Cavità tetraedrica	Sfera nella cavità tetraedrica
r^3	4,189	1,468	3,771	0,453	1,053	0,298	0,943	0,184	0,208	0,048
% di una sfera del reticolo	100	35,05	90,03	10,82	25,13	7,11	22,51	4,39	4,96	1,14
% dello spazio totale	74,05	25,95	66,67	8,01	18,61	5,26	16,67	3,25	3,67	0,84

della sezione precedente, una sfera di un reticolo cubico a facce centrate potrebbe essere ricostituita a partire dalle quattordici pseudo-piramidi in cui è stata idealmente smantellata effettuando le seguenti operazioni:

a) per ciascuna pseudo-piramide, il vertice opposto alla base non planare deve esser fatto coincidere con l'origine di un sistema di tre assi ortogonali;

b) le sei pseudo-piramidi (tre coppie) a base quadrata devono esser disposte lungo i tre assi, con il centro del quadrato sferico giacente sull'asse ed i vertici del quadrato stesso sui piani xy , xz , yz , generati dai tre assi, ed in modo tale che ogni pseudo-piramide di una coppia lungo un certo asse sia l'immagine speculare dell'altra pseudo-piramide lungo lo stesso asse;

c) ciascuna delle otto pseudo-piramidi a base di triangolo equilatero deve esser inserita in uno degli otto ottanti in cui lo spazio è suddiviso dai tre piani ortogonali generati dalle coppie di assi xy , xz , yz , in maniera tale che il centro del triangolo sia equidistante dai tre assi e ciascuno dei suoi vertici si trovi su uno dei predetti tre piani.

Tutto ciò può aiutare a comprendere che, poiché la superficie di una qualsiasi sfera del reticolo può esser considerata la somma delle basi di sei pseudo-piramidi a base quadrata ed otto pseudo-piramidi a base triangolare, e ciascuna di tali basi rappresenta una "parete" di una cavità, ogni sfera del reticolo prende parte alla formazione delle "pareti" di sei cavità ottaedriche e di otto cavità tetraedriche, o, che è lo stesso, è confinante con sei cavità ottaedriche ed otto tetraedriche. Una miglior comprensione di quanto ora affermato può forse ottenersi considerando che, se le quattordici pseudo-piramidi in cui la sfera di un reticolo cubico a facce centrate è stata idealmente suddivisa fossero state piramidi vere, a base planare, le operazioni precedentemente descritte avrebbero dato origine ad un cubottaedro (fig. 2). La forma di questo solido semi-regolare è intimamente connessa con la geometria del reticolo cubico a facce centrate, delle cui sfere esso rappresenta il "poliedro di coordinazione", in quanto che, se il suo centro fosse fatto coincidere con quello di una qualsiasi sfera del reti-

colo stesso (sfera scura in fig. 3), i centri delle dodici sfere con cui essa è in contatto (sfere chiare in fig. 3) si troverebbero ai dodici vertici del cubottaedro.

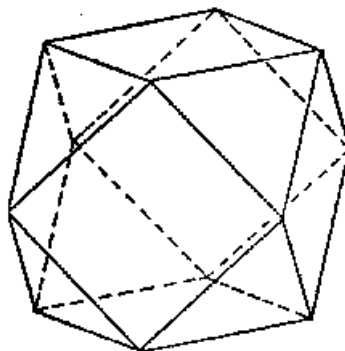


Fig. 2

Fig. 2. Cubottaedro poggiante su una faccia quadrata.

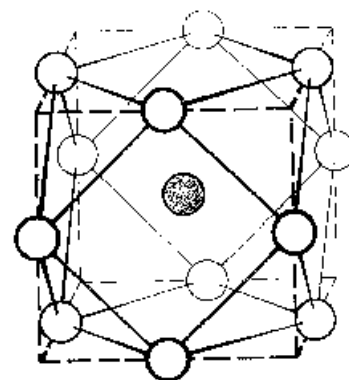


Fig. 3

Fig. 3. Cubottaedro poggiante su una faccia quadrata e sua relazione con un reticolo cubico a facce centrate.

Facendo poggiare il cubottaedro della fig. 3 su una faccia triangolare anziché su una quadrata, esso appare come in fig. 4, dove forse è più evidente la sequenza dei "piani di sfere a massima compattezza" dalla cui sovrapposizione un reticolo cubico a facce centrate può pensarsi generato. Come detto in precedenza, la struttura ideale (analoga a quella mostrata in fig. 1) associabile al reticolo esagonale compatto presenta un grado di simmetria minore rispetto a quella della fig. 1. Il "poliedro di coordinazione" delle sfere di un reticolo esagonale si chiama anticubottaedro (fig. 5 e 6); anch'esso è circondato da quattordici facce, come il cubottaedro, ma, a differenza di quest'ultimo, esso presenta spigoli in comune tra quadrato e quadrato, e tra triangolo e triangolo.

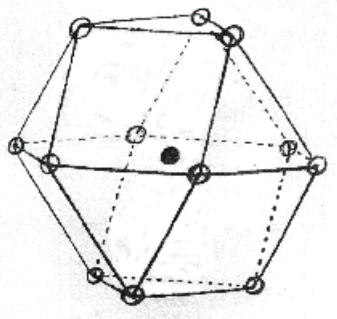


Fig. 4

Fig. 4. Cubottaedro poggiante su una faccia triangolare, e sua relazione con un reticolo cubico a facce centrate.

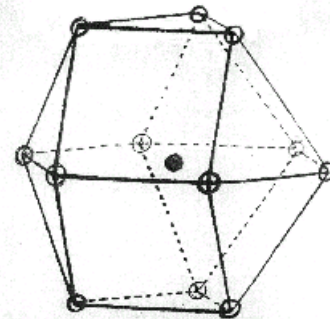


Fig. 5

Fig. 5. Anticubottaedro poggiante su una faccia triangolare, e sua relazione con un reticolo esagonale.

Nelle figure 4 e 5 sono mostrati affiancati un cubottaedro ed un anticubottaedro, ambedue poggianti su una faccia triangolare. Al centro di ciascuno di essi è evidenziata in colore scuro la sfera coordinante centrale; sui dodici vertici sono poste le sfere (di colore chiaro) in contatto con essa. In queste figure è ben percepibile la differenza concernente l'ordine secondo cui i piani di sfere a massima compattezza si susseguono nei due tipi di reticolo. Da ultimo, in fig. 6, l'anticubottaedro è poggiato su

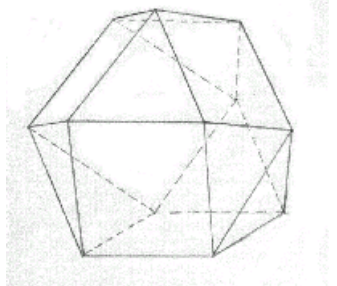


Fig. 6

Fig. 6. Anticubottaedro poggiante su una faccia quadrata.

una faccia quadrata. E' molto evidente, per confronto con la fig. 2, il minor grado di simmetria dell'anticubottaedro rispetto al cubottaedro, e, per conseguenza, del sistema esagonale rispetto a quello cubico a facce centrate.

Bibliografia

- [1] C. A. Rogers, *Packing and covering*, Cambridge University Press, 1964.
[2] S. Torquato, et al., *Phys. Rev. Letters*,

2000, **84** (10), 2064.

[3] D. W. Davidson, et al., *J. Incl. Phenom.*, 1987, **5** (2), 219.

[4] H. Herzog, et al., *Sci. Am.*, 2000, **282** (2), 54.

[5] I. D. Raistrick, et al., *Lithium-ion conducting solid electrolytes*. In: *Lithium battery technology*, H. V. Venkatesetty (ed.), Wiley, New York, 1984, pag. 205-241.

[6] M. Chen, et al., *Bandaoti Xuebao*, 2000, **21** (4), 394.

[7] S. S. Zumdahl, *Chemical principles*, Heath, Lexington (Mass.), USA, 1992, p. 707.

[8] K. Tanigaki, et al., *Synth. Met.*, 1993, **56** (2-3), 3240.

[9] S. S. Selby (ed.), *Handbook of tables for Mathematics. Revised 4th ed.*, CRC Press, Cleveland (Ohio), USA, 1975.

[10] G. Bisconcini, *Elementi di trigonometria sferica*. 3^a ed., Signorelli, Roma, 1942.

DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

Il computer.....bilancia le equazioni chimiche!

Riassunto

Viene presentato un software [per Windows 9x] in grado o di assistere in modo interattivo l'utente nel bilanciamento di equazioni chimiche non ioniche o di bilanciarle direttamente. Attraverso la descrizione delle varie finestre viene spiegato l'impiego del programma e suggerite le possibili utilizzazioni, soprattutto in ambito didattico.

Abstract

A software, working under Windows 9x is proposed that balances non-ionic chemical equations, both automatically and in an interactive mode. Owing to the presence of detailed explanation windows, the program can be easily used at various didactic levels.

Alcune parole in premessa

Quando si ha a che fare con le reazioni chimiche occorre rispettare la legge di Lavoisier: è necessario cioè che gli elementi chimici e le loro quantità chimiche (*vulgo* numeri di moli) siano gli stessi nei reagenti e nei prodotti di reazione. In gergo si dice che le equazioni chimiche devono essere bilanciate.

In molti libri si legge che bilanciare le equazioni chimiche sia "un'arte" e questo in parte è vero: piccoli trucchi, scorciatoie, stratagemmi e strade preferenziali rendono spesso l'intero processo "misterioso" a chi dal di

PAOLO BARABOTTI*
LUIGI MARCOLINI**

fuori guarda stupefatto.

Conoscere i concetti alla base del procedimento è importante per capire le relazioni che vincolano le sostanze nel corso delle loro trasformazioni; meno, molto meno importante, è saper bilanciare tutte le equazioni del mondo, comprese quelle con molti reagenti e molti prodotti. Anzi, spesso servirebbe proprio un "bilanciatore ex machina" che permettesse di concentrare i propri sforzi sugli aspetti fondamentali del problema.

ciare le equazioni chimiche e lo abbiamo chiamato

"BILANCIAMENTI".

BILANCIAMENTI si presenta come una tipica applicazione di Windows, con una interfaccia amichevole e diversi controlli sull'input.

Nella finestra principale, l'utente scrive da tastiera, come si fa con carta e penna, i reagenti e i prodotti della reazione (figura 1), dopodiché può seguire due strade diverse: nella prima digita i vari coefficienti davanti alle formule (figure 2) e il "bilanciatore" lo avverte in caso di bilanciamento corretto (figura 3); nella seconda chiede al programma di effettuare il bilanciamento per suo conto (figura 4).

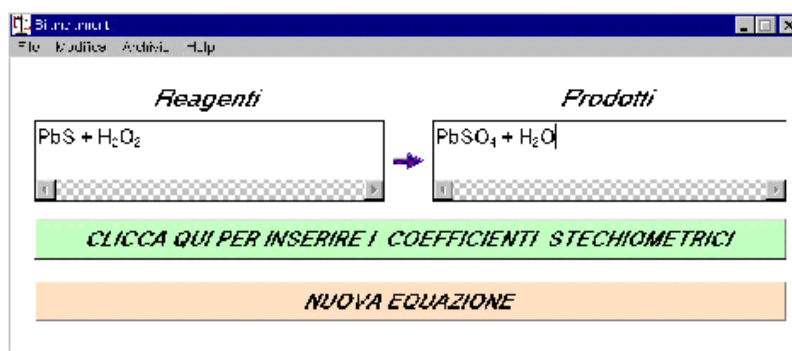


Fig. 1

E un "bilanciatore" può certo esistere, dato che il problema può essere formulato matematicamente, tradotto in algoritmo e quindi dato in pasto ad un computer!

Un'applicazione utile e divertente chiamata "Bilanciamenti"

Noi abbiamo realizzato un programma che assiste lo studente nel bilan-

Assistenza di BILANCIAMENTI all'input e caratteristiche dell'output
L'utente che si voglia divertire a "insidiare" BILANCIAMENTI scrivendo simboli strampalati rimarrà deluso: pur non conoscendo la Chimica, il programma possiede alcuni criteri minimi per limitare i possibili input (ad esempio, accetta soltanto caratteri corrispondenti ai simboli degli elementi

88 * ITIS Galilei Livorno; parapocchio@libero.it

** ITIS Galilei Livorno; marcotone@libero.it

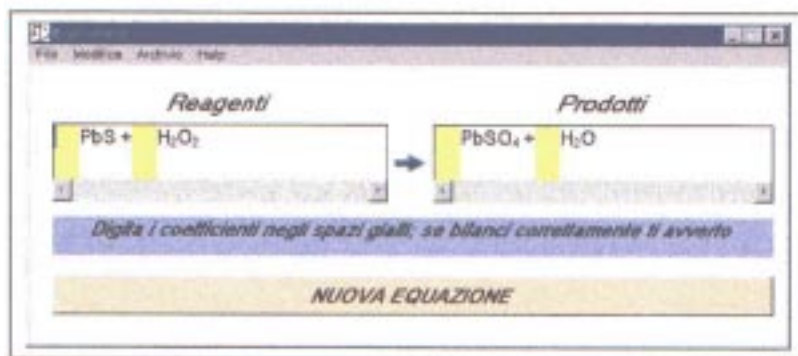


Fig. 2

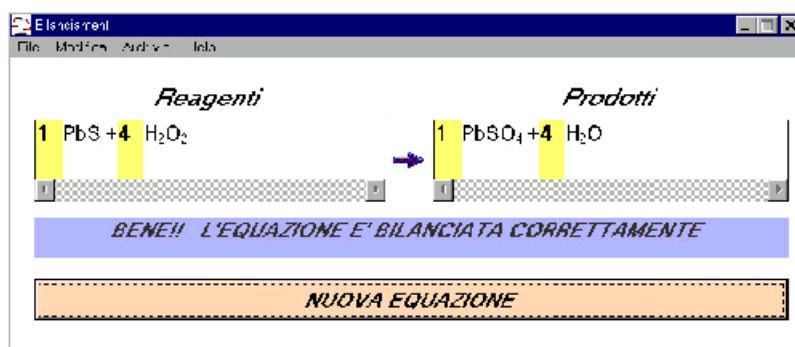


Fig. 3

chimici, richiede la lettera maiuscola per il primo carattere di un simbolo, ecc.). Attenzione però! *BILANCIAMENTI* dà una assistenza all'input solo "sintattica" e non "semantica" e dunque accetterà pacificamente formule quali CH_7 o H_3O_4 .

Una volta inserite tutte le formule, alla richiesta di bilanciamento il programma effettua una ulteriore serie di controlli e dà il suo benestare solo se alcuni requisiti generali sono soddisfatti, ad esempio se non vi sono formule "sospese", se gli elementi presenti nei reagenti sono gli stessi presenti nei prodotti, ed altro ancora.

C'è un caso, non poi così inusuale, che *BILANCIAMENTI* tratta egregiamente: il chimico anche esperto è spesso convinto che qualsiasi equazione chimica, sia bilanciabile in modo univoco, cioè con un unico set di coefficienti stechiometrici.

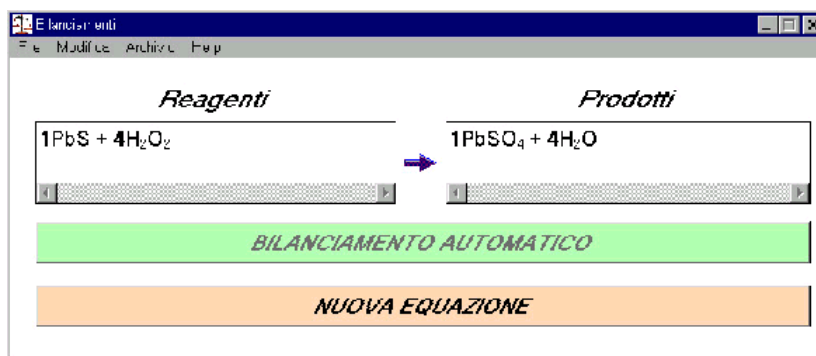
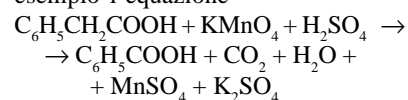


Fig. 4

Fig. 5

NON È COSÌ!

Dal punto di vista matematico per esempio l'equazione



ha infinite soluzioni possibili. In questi casi, *BILANCIAMENTI* apre la finestra "Informazioni aggiuntive" tramite la quale l'utente può aggiungere, sotto forma di vincoli tra i coefficienti stechiometrici, i dati necessari per rendere univoco il bilanciamento (Figura 5).

Ad esempio l'equazione precedente viene resa univoca aggiungendo la condizione, chimicamente fondata, che il coefficiente del reagente $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$ sia uguale a quello del prodotto $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$; solo a questo punto il bilanciamento può essere eseguito.

BILANCIAMENTI inoltre memorizza in un archivio, in modo trasparente all'utente, tutte le equazioni bilanciabili inserite; questa caratteristica del programma può essere di grande utilità: l'archivio viene infatti a costituire una fonte di esercizi dato che ciascuna equazione memorizzata può essere ri-



Fig. 6

chiamata e utilizzata per una replica del bilanciamento (Figura 6).

Poniamoci qualche domanda

A chi può essere utile *BILANCIAMENTI* ?

- *BILANCIAMENTI* può essere utile allo studente responsabile che, affrontando l'argomento delle reazioni nel suo corso di studi, voglia esercitarsi e impraticarsi a bilanciarle con uno strumento diverso e più versatile del solito libro di esercizi;

- *BILANCIAMENTI* può essere utile allo studente già esperto o al chimico che lo utilizzino come strumento di lavoro;

- *BILANCIAMENTI* infine può essere usato, assai inutilmente, anche dallo studente un po' mariuolo che, come a volte accade, invece di applicarsi va a guardare il risultato nel libro prima di aver provato a ragionare con la propria testa.

Bilanciare le equazioni chimiche con *BILANCIAMENTI* può essere divertente?

Divertente è forse un po' esagerato, sono sempre bilanciamenti di reazioni chimiche! Non si può tuttavia escludere una certa componente ludica. L'uso di *BILANCIAMENTI* è certamente meno noioso delle solite procedure e, a volte, può essere addirittura

accattivante; è ormai noto agli insegnanti che l'uso del computer spesso "fluidifica" l'approccio ad operazioni che, affrontate sui più comuni fogli di carta o alla lavagna, risultano, per motivi nemmeno troppo misteriosi, poco motivanti e terribilmente tediose.

Così lo studente potrebbe essere tentato di verificare (manualmente!) se le risposte del "bilanciamento" sono corrette anche su reazioni particolarmente complicate o particolari, e ancora i più attenti della classe potrebbero scoprire che esistono molte reazioni bilanciabili dal programma che però non hanno alcun significato chimico! Purtroppo *BILANCIAMENTI* non sa la chimica

Note tecniche

BILANCIAMENTI è stato sviluppato in VISUAL BASIC 5.0 e funziona su piattaforme Windows 9x.

Per calcolare i coefficienti stechiometrici di una reazione *BILANCIAMENTI* costruisce e imposta, a partire dalle formule introdotte dall'utente, un sistema omogeneo di equazioni lineari e lo risolve con il metodo di Gauss-Jordan.

BILANCIAMENTI è stato sottoposto a numerosi tests per verificarne l'affidabilità, pur tuttavia saremo grati a chiunque vorrà segnalarci eventuali bugs trovati.

Libri in redazione

LA CHIMICA PER MAESTRI

R. Carpignano, G. Cerrato, D. Lanfranco, G. Manassero, T. Pera
Edizioni Libreria Cortina, Corso Marconi 34/A, Torino- 216 pagine
22,00

Il libro non è un trattato di chimica, ma la proposta di un incontro con fenomeni ed esperienze che riguardano il mondo delle molecole e delle loro trasformazioni a cui la chimica offre possibili chiavi interpretative.

Nella prima parte vengono presentati indispensabili "richiami teorici" che rispondono al "piacere di conoscere", trattati sia livello macroscopico-osservativo, il più adatto alla Scuola Elementare, sia a livello molecolare



interpretativo. A questi si aggiunge una sintetica esposizione di argomenti di interesse generale: aria, acqua, suolo e alimenti.

Nella seconda parte "Il laboratorio: il gusto dell'esperienza", vengono proposte delle esperienze di base, attra-

enti, coinvolgenti e facilmente realizzabili, con una struttura che integra aspetti descrittivi e organizzazione didattica con la narrazione formativa, mediante una fiaba che serva da motivazione del bambino.

Infine nella terza parte "La Chimica delle analisi: il sapore della ricerca" viene presentato un protocollo per l'analisi delle acque, realizzabile anche "in campo".

Il libro, frutto dell'esperienza biennale di insegnamento al secondo anno del corso di laurea in Scienze della Formazione Primaria presso l'Università di Torino, e della collaborazione di docenti di scuola secondaria, è rivolto ai maestri ma può essere utile anche agli insegnanti di Scienze della Scuola Media.

L'intento fondamentale dichiarato dagli autori è quello di consegnare ai docenti il fascino e le emozioni che la chimica può offrire e che si vorrebbe venissero trasmessi ai giovani allievi.

PROSPETTIVE DI LAVORO NELL'AMBITO DELLA DIVISIONE PER L'INNOVAZIONE DIDATTICA IL PROGETTO TRIESTE

Origine e storia

Nel 1999 l'introduzione dell'autonomia scolastica e la modifica del sistema di formazione iniziale degli insegnanti hanno messo in evidenza l'esigenza di riflettere sull'organizzazione concettuale che sta alla base dell'insegnamento della Chimica per proporre materiali didattici che orientino verso processi di insegnamento / apprendimento rispondenti alle nuove esigenze formative della Scuola.

Alcuni iscritti alla Divisione Didattica, forti dell'esperienza maturata in anni precedenti nella Commissione ministeriale Brocca o nella Commissione Scuola Elementare che negli anni tra il 1990 e 1995 ha elaborato per conto della SCI il volume "La Chimica alle Elementari"¹, danno vita ad un gruppo di lavoro che riprenda l'attività ampliando il campo di interesse a tutto il ciclo dell'obbligo ed alla Scuola Secondaria Superiore, con esclusione delle scuole di indirizzo specificamente chimico.

Si concretizza così la stesura di un progetto, di durata (a preventivo) triennale, che prende il nome di "Progetto Trieste", vista la località nella quale ha preso inizialmente forma, al termine di un convegno.

Il progetto Trieste ha come finalità la produzione di materiale didattico completo per fornire proposte e modelli che aiutino gli insegnanti nella costruzione dei loro curricoli effettivi e valorizzino il valore formativo della chimica. Infatti secondo le normative vigenti, nella scuola dell'autonomia una proposta generale di curricolo non può

^oSCI - Sezione Veneto

carassof@unive.it

^{oo}SCI - Sezione Piemonte.

rosarina.carpignano@unito.it

^{ooo}SCI - Sezione Emilia Romagna

fpcns@ciam.unibo.it

*SCI - Sezione Lombardia

reprochem@iol.it

^{oo}SCI - Sezione Piemonte

danpera@box.tin.it

**SCI - Sezione Toscana

riani@dcci.unipi.it

FAUSTA CARASSO MOZZI^o

ROSARINA CARPIGNANO^{oo}

PASQUALE FETTO^{ooo}

SILVIO GORI*

TIZIANO PERA^{oo}

PIERLUIGI RIANI**

identificarsi con un programma strutturato e specificato, ma deve piuttosto costituire una base aperta sulla quale ogni docente può modellare i propri curricoli alle esigenze del territorio ed offrire ai propri allievi occasioni di personalizzazione degli apprendimenti.

Alcuni risultati preliminari dei lavori del gruppo sono stati condensati in un fascicolo presentato e distribuito a Rimini², in occasione del Congresso SCI 2000.

Gli avvicendamenti ministeriali e le incertezze sulla riforma hanno prodotto un certo rallentamento dei lavori; permane comunque la necessità di sviluppare la ricerca per rendere didatticamente operativi i nuclei fondanti dell'apprendimento nel contesto dei diversi livelli scolari.

Impostazione generale del Progetto

Per quanto concerne la scuola Elementare, Media e alcuni bienni, si pensa alla produzione di:

- 1) Accurate schede sperimentali con spiegazioni esaurienti;
- 2) Inquadramento di più schede sperimentali in unità di lavoro;
- 3) Proposte esemplificative di moduli completi;
- 4) Indicazioni di tipo metodologico-didattico.

Quanto viene prodotto non deve essere destinato direttamente agli allievi, ma agli insegnanti che lo useranno come *database*. Per questo è ne-

¹ AA.VV. a cura di Andreoli, Carasso, Contaldi, Doronzo, Fetto, Riani "La chimica alle elementari", Giunti Lisciani Editori, 1996

² Divisione di Didattica Chimica, Chimica 2000. Insegnamento della Chimica nella scuola dell'autonomia, STAR, Pisa, maggio 2000.

cessario non sottovalutare i punti 1, 2 e 3, attraverso i quali si forniscono i fondamenti scientifici di quanto viene proposto. In particolare i materiali dei punti 2 e 3 dovrebbero fra l'altro dare agli insegnanti le indispensabili basi di chimica (e non solo). Nel lavoro di produzione occorre sempre tener d'occhio il dato fondamentale: ci si rivolge anche agli insegnanti della scuola elementare, la cui preparazione chimica effettiva è scarsa o nulla, e a insegnanti di scuola secondaria la cui preparazione chimica può essere non del tutto soddisfacente.

Il materiale didattico prodotto dal gruppo di lavoro deve tener conto delle direttive ministeriali senza però attenersi pedissequamente ad esse: non dobbiamo mai dimenticare di far parte di una società scientifica e di avere quindi un compito decisamente più propositivo che esecutivo.

La destinazione del materiale prodotto dal progetto Trieste può essere varia; le idee prevalenti sono le seguenti:

- a) testo stampato e commercializzato;
- b) CD-ROM.

A giudizio dei componenti il gruppo, quella del testo stampato è senz'altro la destinazione migliore: il supporto cartaceo resta sempre valido e, soprattutto, non perde la sua validità nel tempo. Il CD-ROM è proponibile come alternativa nel caso che non si trovi nessun editore disponibile a stampare il testo, oppure come supporto al testo stesso, naturalmente sostenuto dall'editore. Vi sono fra l'altro diverse perplessità sull'effettiva fruibilità di un CD-ROM in forma ipertestuale da parte di insegnanti che non abbiano con l'uso didattico degli ipertesti un'adeguata dimestichezza. Per il CD-ROM può comunque

essere preso in considerazione anche il puro e semplice trasferimento in formato Word dei testi prodotti.

Quanto alla finalizzazione, non c'è che l'imbarazzo della scelta; il testo sarebbe bene inserito nei classici sbocchi dell'aggiornamento e dell'autoaggiornamento degli insegnanti, e potrebbe risultare utilissimo anche in sede di SSIS e di corso di laurea in Scienze della Formazione Primaria.

Nel corso dei lavori è stata proposta una scaletta di argomenti, relativi alla

scuola elementare e media (ex-scuola di base). Poiché si fa riferimento a tutta la scuola di base ogni argomento può essere affrontato più volte, con diverso livello e soprattutto con forti limitazioni per i primi anni. Nell'elenco, riportato qui di seguito, non vi è ordine sequenziale stretto: in certi casi un argomento ha come prerequisiti parti di un argomento che segue.

Esso potrebbe essere una base di lavoro per i partecipanti al progetto e, nella sua forma definitiva, costituire un

insieme all'interno del quale ogni insegnante, nella sua autonomia, compia le scelte che ritiene più opportune. Allo stato attuale il gruppo intende incrementare i lavori e si rende disponibile per una collaborazione con gruppi Scuola-Università che volessero proporre i loro contributi sia sul versante epistemologico che su quello didattico.

Per contatti, proposte, collaborazioni, riferirsi ad uno degli autori, agli indirizzi E-mail indicati.

1. Dagli oggetti ai materiali e viceversa

Alcune proprietà: durezza, deformabilità dei materiali (rigido, plastico, elastico) e comportamento con la luce (lucido/opaco, trasparente, colorato)

2. Omogeneità ed eterogeneità

Soprattutto da un punto di vista sensoriale e operativo

3. Stato fisico dei materiali

Esame di materiali omogenei

4. Trasformazioni meccaniche, con attenzione al prima, al dopo e al "durante"

Plasmare, disgregare, aggregare

5. Formazione di miscele, con attenzione al prima, al dopo e al "durante"

Mescolamento di polveri colorate, di solidi e liquidi e di liquidi tra loro, con formazione di miscele omogenee ed eterogenee, senza che si verifichino reazioni chimiche

6. Reversibilità e irreversibilità delle trasformazioni

Una prima riflessione, anche in collegamento con i concetti di conservazione della materia e della massa

7. Separazione dei componenti di una miscela eterogenea

Separazione manuale con uso di setacci, uso di filtri, altri metodi (stratificazione, decantazione, cromatografia su carta, uso di calamita, ecc.)

8. Recupero del soluto solido da una soluzione per evaporazione del solvente

Operazioni di pesata e contributo a una prima introduzione del concetto di conservazione della massa

9. Cambiamenti di stato

Solidificazione e fusione, con particolare attenzione alla fenomenologia durante il cambiamento di stato; evaporazione e condensazione; sublimazione e brinamento. Il caso particolare dell'ebollizione

10. L'aria e i gas in generale come materia

Alcune caratteristiche (l'aria si può vedere, trasmette una spinta, occupa spazio, è comprimibile)

11. Analisi di alcune trasformazioni comuni che non rientrano nelle categorie già identificate: cottura dei cibi, combustione, o altro, per l'introduzione del concetto di trasformazione chimica

Esame dei materiali presenti prima e dopo la trasformazione. Esame critico di alcuni dati sperimentali che permettono di classificare una trasformazione come trasformazione chimica

12. Esame del comportamento di alcune sostanze, gli indicatori per l'introduzione del concetto di acido e base

Condizioni per il cambiamento di colore. Correlazione con le proprietà sensibili della frutta: cambiamento di colore con la maturazione. Identificazione di due categorie di sostanze, gli acidi e le basi, che fanno cambiare di colore agli indicatori. Esame delle proprietà di acidi e basi, con particolare attenzione ai punti seguenti:

(a) Le caratteristiche di acidità e di basicità sono sempre legate a soluzioni acquose;

(b) Una soluzione non può essere allo stesso tempo acida e basica

(c) Mescolando una soluzione acida e una soluzione basica si ottiene, a seconda dei quantitativi usati, una soluzione acida o una soluzione basica. In casi particolari possiamo ottenere una soluzione che non presenta più le caratteristiche di acidità o di basicità (soluzione neutra)

(d) Esistono diverse gradazioni di acidità e di basicità; è possibile costruire una scala sulla base dei colori assunti da un indicatore "universale"

13. La velocità delle trasformazioni chimiche

Esame di trasformazioni chimiche particolari: le ossidazioni. Esistono reazioni veloci come le combustioni (carbone, magnesio), reazioni lente come la formazione di ruggine sul ferro

14. Aspetti energetici delle reazioni chimiche

Produzione di calore nelle reazioni di combustione (e anche in altre reazioni), produzione di energia elettrica nelle pile. Costruzione di una pila ed osservazione delle trasformazioni che in essa avvengono

15. Struttura particellare della materia

Da proporre in chiave interpretativa di fenomeni quali la formazione di miscele omogenee, i cambiamenti di stato fisico e, solo in una fase ultima, delle trasformazioni chimiche. Non può essere richiesto, ma non può essere neppure escluso, un primo approccio alla rappresentazione simbolica di atomi, molecole e reazioni chimiche

GIOCHI DELLA CHIMICA

Carissimi Colleghi,

anche l'edizione di quest'anno dei Giochi della Chimica e delle selezioni per le Olimpiadi si è svolta regolarmente a Frascati. Di seguito pubblichiamo le graduatorie con i tre vincitori delle categorie A, B e C. **I tre primi classificati di ogni categoria sono stati premiati con un delfino d'oro della Pomellato. Inoltre è stato assegnato un delfino d'oro al primo classificato della regione Campania in memoria del Prof Guido Sodano al quale il coordinatore Prof Mario Anastasia e gli organizzatori hanno voluto dedicare gli sforzi di questa edizione.**

Con i più vivi ringraziamenti per il contributo da tutti dato alla buona riuscita della prima parte della manifestazione, un saluto cordiale

Mario Anastasia

Fase Nazionale 2002

Classifica Generale Classe A

1 Mattia Elio	160	Puglia	I.T.I.S. M. Panetti	Bari	Antonio Mariano
2 Ragno Daniele	143	Puglia	L.S.C. Tecnologico Ferraris	Molfetta	Giuseppe Mastropietro
3 Rizzetto Alberto	120	Veneto	I.T.I. M. Planck	Lancenigo (TV)	Luisa Ferronato
4 Pozzar Samuele	111	Friuli V. Giulia	I.T.A.S. Brignoli	Gradisca d'Isonzo(GO)	Gabriella Pinamonti
5 Campanella Biagio	107	Toscana	I.T.G. Salvemi Duca D'Aosta	Firenze	Giuseppe Sarti
6 Bertotti Gabriel	106	Trentino A A	I.T.I.S. Buonarroti	Trento	Antonio Granito
7 Santi Flavio	103	Trentino A A	I.T.I. Floriani Riva del Garda	Rovereto	Paolo Chincarini
8 Granelli Matteo	99	Emilia R.	I.T.I. Berenini	Parma	Baronio Rosa
8 Carboni Eleonora	99	Marche	I.T.I.S. Mattei	Urbino	Rossolini Paolo
9 Lenzu Martina	97	Sardegna	I.T.I. Asproni	Iglesias (CA)	Maria Rita Zurru
10 Rotoloni Alessio	92	Umbria	I.T.I. Foligno	Foligno	N. Gluglielmi
11 Basso Andrea	89	Liguria	I.S.T.S. Aba	Genova	Laura Pardo
12 Di Mario Andrea	88	Lazio	I.T.I.S. R. Regio	Sora (FR)	Giovanni Urbano
12 Spreafico Alberto	88	Lombardia	I.T.I.S. Badoni	Milano	Franco Carenini
13 D'Ambrosio Rocco	85	Campania	I.T.I. F. Giordani	Caserta	Nicola Albanese 1 3
Di Biagio Manuel	85	Friuli V. G.	I.T.I. Malignani	Udine	Aurelio Uderzo
14 Granato Francesco	84	Sicilia	I.P.S.S.S.		Rosario Gallotta
15 Leonzio Marco	79	Abruzzo	I.T.I.S. L. Di Savoia	Chieti	Anna Maria Iezzi
15 Zecchinato Fabrizio	79	Piemonte-V.A.	I.T.I.S. Pininfarina	Moncalieri	Marcello Burgassi
16 Battaglia Doriana	78	Calabria	I.T.G. Soverato	Catanzaro	Maria Riccio
17 Giuffrida Andrea	75	Sicilia	I.T.I.S. Archimede	Catania	A. Puleo
18 D'Anzi Vito	54	Basilicata	I.T.I.S. G.B. Pentasoglia (MT)	Matera	Biagio Giuliani
19 Mirabile Donato	50	Abruzzo	I.T.C. Aterno	Chieti	Arturo Delle Rose

Classifica Generale Classe B

1 Amorisco Nicola Cristiano	159	Puglia	L.S.C. T. E. Majorana	Mola di Bari	Carmela Ponzone
2 D'Ambrogio Giacomo	152	Sicilia	L.C.S. Volta	Caltanissetta	Marina Di Nicola
3 Amelio Diego	135	Calabria	I.C. Telesio	Cosenza	Rosanna Lauro
3 Marinelli Mauro	135	Umbria	Istituto Battaglia	Norcia	Luciano Passeri
4 Montagner Alberto	132	Friuli V. Giulia	L.S. Marinelli	Udine	Giulio Colomba
4 Nani Claudio	132	Lombardia	L.S. Calini	Brescia	Adriano Boen
4 Pappadopulo Duccio	132	Toscana	I.T.I.S. Sarrocchi	Siena	Maria Laura Sabatini
5 Lanza Giacomo	129	Veneto	L.C.S. Fermi	Padova	Laila Dalla Rovere
6 Mosca Lorenzo	128	Lombardia	I.T.I.S. A. Einstein	Monza	Francesco Salerno
7 Vannini Andrea	127	Emilia R.	L.C.S. Bruno	Parma	Ricci
8 Cristiano Giuseppe	126	Basilicata	L. S. E. Fermi (Policoro)	Matera	Salvatore Vitelli
8 Marcuzzi Matteo	126	Friuli V. Giulia	I.T.I. Malignani	Udine	Giorgio Cragnolini
9 Conforti Fabio	121	Campania	L. Ginnasio T. Tasso	Salerno	Di Pasqua Rosella
10 Hajman Karla	120	Veneto	L.C.S. Quadri	Vicenza	Vicario
11 Bernardini Anna Rita	119	Marche	L.S. Rossetti	S. Benedetto (AP)	Giovanna Piunti
11 Lancioni Massimo	119	Umbria	Istituto Battaglia Norcia	Norcia	Luciano Passeri
12 Vaccarone Stefano	111	Liguria	Liceo G.D. Cassini	Genova	Lidia Bertellotti
13 Caricato Marco	109	Puglia	I.T.I.S. E. Fermi	Lecce	Carlo Caretto
14 Cesarini Federico	106	Lazi	I.T.A.S. C. Antonietti	Roma	Antonio Vitillo
15 Pagliano Enea	105	Piemonte-V.A.	L.S. Bodoni	Savigliano (CN)	Ivana Gibonetti
16 D'Amato Rossella	102	Campania	L.G.P. Colletta	Avellino	Antonio Mondo
17 Tondi Simone	92	Puglia	I.T.I.S. E. Fermi	Lecce	Carlo Caretto
18 Bartoli Stefano	91	Abruzzo	L. Classico Ovidio	Sulmona (AQ)	Clarice Mascetti
19 Monfredini Luca	90	Trentino A.A.	L.T. Buonarroti	Trento	Lucia Marchi
20 Filipponi Paolo	82	Umbria	Istituto Battaglia Norcia	Norcia	Luciano Passeri
21 Mereu Fabio	73	Sardegna	L.C. Siotto	Cagliari	Roberta Pardini
22 Serritella Claudio	71	Basilicata	L.S. E. Fermi	Muro Lucano (PZ)	Alessandro Zara

Classifica Generale Classe C

1 Cericola Dario	123	Veneto	ITI Ferraris	Verona	Borlotti M.F.
2 Creati Francesco	118	Abruzzo	ITIS Di Savoia	Chieti	Nicolucci A.
3 Rosi Gabriele	114	Toscana	ITIS Buzzi	Firenze	Sucato S.
4 Di Antonio Marco	112	Abruzzo	ITIS Alessandrini	Teramo	Di Felice F.
5 De Bortoli Marco	101	Friuli V.G.	ITI Kennedy	Pordenone	Bologna G.M.
6 Chiarucci Michel	93	Marche	ITIS Mattei	Urbino	Marchetti F.
7 Liberali Francesco	91	Trentino AA	ITI Buonarroti	Trento	Cofler M.
8 Chinchio Andrea	90	Veneto	ITI Natta	Padova	Carrara - Tonellato
9 Mauri Fabrizio	89	Lombardia	ITIC Greppi	Besana Brianza	Spotti F.
10 Piccinini Marco	87	Emilia R	ITI Fermi	Modena	Gennari M.
11 Livieri Alessandro	85	Piemonte V.A.	ITI Sobrero	Casale Monf.	Gaita E.
11 Battisti Matteo	85	Trentino AA	ITI Buonarroti	Trento	Visentini A.
12 Gallo Thomas	82	Lombardia	ITIS Facchinetti	Busto Arsizio	De Giorgio
13 Del Bianco Giacomo	79	Friuli V.G.	ITI Kennedy	Pordenone	Bologna G.M.
14 Lo Piano Samuele	77	Toscana	ITIS Buzzi	Prato	Castaldi
15 Vecchi Simone	72	Lazio	ITIS Bernini	Roma	Grassi C.
15 Cavinato Mauro	72	Veneto	ITI Natta	Padova	Carrara- Tonellato
16 De Rose Pasquale	70	Calabria	IPSS	Cosenza	Aragona M.E.
17 Valeri Matteo	68	Marche	ITIS Volterra	Ancona	Pellei L.
18 Pili Marcello	64	Sardegna	ITIS Giuia	Cagliari	Puddu A.
19 Savino Selena	61	Basilicata	ITIS Einstein	Corletto P.	Bentivenga G.
20 Cotimbo Girolamo	58	Puglia	ITIS Pacinotti	Taranto	Lantier F.
21 Bulich Nicola	57	Umbria	ITIS Volta	Perugia	Ginocchini E.
22 Murgia Gabriele	53	Liguria	ITIS Ferraris	Savona	Ravetta P.
23 Vecchi Enrico	47	Emilia R	ITI Fermi	Modena	Frassoldati
24 Cartesio Salvatore	43	Sicilia	ITIS Maiorana	Milazzo	Clemente G.
25 Frasconi Marco	36	Umbria	ITIS Terni	Terni	Pica
26 Ragone Francesco	20	Campania	ITI Focaccia	Salerno	Casaburi A.

Selezionati per gli allenamenti a Pavia

Cericola Dario	De Bartoli Marco
Creati Francesco	Piccinini Marco
Rosi Gabriele	Livieri Alessandro
Di Antonio Marco	Battisti Marco

La selezione di otto studenti ha seguito la logica di merito per i primi cinque, gli altri tre sono stati scelti nell'ottica di poter disporre per il prossimo anno di studenti attualmente di classe IV.

CONVEGNI E CONGRESSI

**3rd ESERA
Salonico 21 - 25 agosto 2001**

La terza conferenza dell'ESERA (European Science Education Research Association) si è svolta a Salonico, organizzata dal dipartimento dell'istruzione primaria dell'Aristotle University ed ha avuto per tema 'Science Education Research in the Knowledge Based Society'. La giornata iniziava con una conferenza plenaria, poi iniziavano le sessioni parallele con numerosi simposi, dove sono state presentate 150 comunicazioni orali. A più riprese il presidente, Prof. Robin Millar ha sottolineato il fatto che la ricerca in didattica deve poter mostrare la sua utilità rispetto al miglioramento degli standard educativi nei vari paesi, anche per giustificare l'utilizzo dei fondi pubblici.

Il Prof. Daniel Gil-Pérez ha svolto la conferenza plenaria del primo giorno, presentando una relazione dal titolo 'Constructivism in science education: the need for a clear line of demarcation', argomentando in modo critico verso alcune posizioni del costruttivismo e ha proposto la sostituzione della metafora de 'lo studente come scienziato' con quella del 'ricercatore novizio'. Il Prof. John Leach ha presentato una relazione sulle prospettive epistemologiche della ricerca nella didattica delle scienze, mentre il Prof. Onno De Jong ha presentato lo sviluppo della conoscenza pedagogica (pedagogical content knowledge, PCK) in un corso per laureati, futuri insegnanti di materie scientifiche. In sostanza, per poter insegnare in modo adeguato e con efficacia una disciplina scientifica oltre a conoscere la disciplina è necessario, come gli insegnanti anziani ben sanno, conoscere le rappresentazioni e i modelli da utilizzare, conoscere le strategie didattiche, conoscere le concezioni (a volte difformi) degli studenti e anche conoscere le difficoltà incontrate dagli studenti nell'apprendimento della disciplina.

La conferenza che mi ha particolarmente colpito e stupito, è stata la presentazione della Prof. Marcia Linn e ha riguardato il progetto WISE (Web-based Integrated Science Environment). Purtroppo non è possibile darne una sommaria descrizione, perché mi è sembrato un progetto molto grande e complesso, che già tratta diversi argomenti scientifici e viene già utilizzato in più di dieci paesi. A me ha colpito il coinvolgimento degli studenti

che utilizzavano questo materiale mentre stavano davanti al monitor e poi la vivacità mentre discutevano tra loro di argomenti scientifici, gli stessi che stavano imparando davanti al monitor: nulla a che vedere con la solita, a volte noiosa, lezione. Durante la conferenza si è avuta la possibilità di prendere parte ad una discussione sull'utilità dei progetti di ricerca Europei e sulla possibilità di ottenere dei finanziamenti per gli stessi.

Confesso che prima di partire per questo congresso, l'entusiasmo non era grande, ma ora sento che avrei perso molto se non avessi partecipato. Particolarmente piacevole è stato per me l'incontro con il Prof. Richard White. Avevo letto il suo *Learning Science*, mentre ero al Centre for Science Education in Glasgow, e lo sapevo coautore di *Probing Understanding* e di *The Content of Science*: certamente una delle grandi personalità nel campo educativo. Nella conferenza, White è stato una delle tre persone invitate a presentare una sintesi del congresso e ad introdurre la discussione plenaria finale. A questa conferenza hanno partecipato più di 400 ricercatori e docenti provenienti dai cinque continenti; naturalmente i partecipanti dall'Europa erano i più numerosi. E gli Italiani? Molto pochi. Ho ricevuto dal comitato organizzatore la provenienza dei partecipanti quando il loro numero era 367: siamo compresi nella voce 'altri' in entrambe le tabelle che seguono (tra docenti di biologia, scienze della terra e fisica, ne ho incontrati 5).

Il livello delle conferenze alle quali ho

Tab. 1. Distribuzione dei partecipanti (N = 367) da 34 paesi

Paese	Partecipanti
Grecia	88
Regno Unito	43
Germania	41
Svezia	22
Francia	20
Norvegia	17
Paesi Bassi	17
Spagna	16
Israele	12
Taiwan	11
Altri	80

potuto partecipare era molto buono: purtroppo, per il fatto che i vari simposi erano organizzati a sessioni parallele, non mi è stato possibile di partecipare a tutto quello che ritenevo interessante. Forse specificare che gli atti sono riportati in due volumi, per un totale di oltre 850 pagine, scritte molto fitte, rende l'idea dell'importanza di questo congresso.

Tab. 2. Distribuzione dei contributi presentati (N = 248)

Paese	Presentazioni
Regno Unito	39
Grecia	37
Germania	35
Francia	18
Svezia	15
Spagna	13
Israele	12
Taiwan	11
Brasile	9
Paesi Bassi	9
Stati Uniti	9
Finlandia	8
Norvegia	8
Australia	6
Altri	19

A me risuona ancora l'invito del presidente Millar: le ricerche in didattica devono poter portare ad un miglioramento dell'apprendimento, per avere una giustificazione.

Liberato Cardellini

IX Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica

Modena 25-27 ottobre 2001

Il Convegno, organizzato dal Gruppo Nazionale di Fondamenti e Storia della Chimica, in collaborazione con l'Accademia Nazionale di Scienze, Lettere ed Arti di Modena e l'Università di Modena e Reggio Emilia, si è svolto nella suggestiva cornice dei locali dell'Accademia, sede adatta a rievocare scienziati, storie e dibattiti del passato, anche per capire il presente e prepararsi al futuro. Nella biblioteca attigua alla sala delle conferenze era stata allestita con notevole cura una mostra di libri antichi, d'argomento prevalentemente chimico, che ha offerto ai congressisti l'opportunità di contemplare alcune opere rare di grande interesse storico, citate, tra l'altro, dai relatori al convegno. Il programma comprendeva tre conferenze su invito e ventiquattro comunicazioni. Le conferenze, tenute da Paoloni (Palermo), James (Royal Institution, Londra) e Ciardi (Bologna), avevano per tema, nell'ordine: la meccanica quantistica, i rapporti tra Davy, Faraday e gli scienziati italiani, l'opera di Avogadro. La prima ha tracciato, in maniera avvincente, la storia dell'introdu-

zione in Italia dei metodi della meccanica quantistica nello studio della chimica, collegata all'esperienza personale del relatore, che ne fu pioniere appassionato. Egli, titolare della prima cattedra di Chimica Quantistica in Italia (Palermo, 1968), ha saputo trasmettere all'uditorio gli entusiasmi, le emozioni e il sapore della fatica di vicende vissute. Oggi che la ricerca bibliografica on-line è un comune strumento di lavoro e i mezzi di calcolo sono sempre più potenti, la rievocazione di situazioni ben diverse, dei primi anni '50, ha riempito di ammirazione per il lavoro svolto a quei tempi. La relazione è servita anche a ricordare il contributo decisivo che Giovanni Battista Bonino diede all'avvio degli studi di Chimica Teorica, al riconoscimento della disciplina a livello politico e, non meno importante, l'aiuto di Vincenzo Caglioti per la costituzione del "Gruppo di Chimica Teorica del CNR". La conferenza di F.A.J.L. James ha rievocato il primo viaggio all'estero di Humphry Davy (1813), accompagnato dalla moglie e dal giovanissimo segretario, Michael Faraday. La meta era l'impero francese e i vulcani del continente. La tappa italiana interessò, tra l'altro, Genova, Milano, Rimini, Firenze e il Vesuvio. Davy ne approfittò per compiere esperimenti e incontrò Volta, che gli mostrò una delle sue pile. La relazione ha trattato anche i rapporti, specie epistolari, che Faraday, più tardi, instaurò con gli scienziati italiani. La conferenza di Marco Ciardi, nuova tappa del percorso d'indagine sulla vita e l'opera di Avogadro, culminato nella pubblicazione di un pre-

gevole saggio dello stesso Ciardi sull'argomento (1995), ha offerto l'occasione di rivivere i progressi della storiografia scientifica. Grazie a loro, la genesi della famosa ipotesi formulata nel 1811 dallo scienziato torinese ha subito validi approfondimenti. Ciardi ha tratteggiato interessanti prospettive di sviluppo, anche in relazione alla necessità di introdurre più diffusamente le conoscenze storiche nella didattica delle scienze. Per quanto riguarda le altre comunicazioni è impossibile, in breve spazio, andare oltre un rapido cenno ad alcune di esse. Così, nella prima giornata, si è passati dalla lavorazione dell'oro nell'impero bizantino (Cavarra), all'alchimia di Sendivogius (Abbri), alle ipotesi sulla natura del calore contenute nella Mémoire di Lavoisier-Laplace (Venezia). La visita al Museo della Bilancia di Campogalliano ha concluso le attività della giornata, richiamando l'importanza di uno strumento che, proprio con Lavoisier, assunse definitivamente il ruolo di incontrovertibile testimone sperimentale. Della seconda giornata si ricorda l'arguta comunicazione di Giormani su Dandolo, quella relativa all'influsso della nuova chimica sulla disciplina farmaceutica a Bologna (Seligardi) e le molte curiosità della comunicazione di Mostacci (presentata, in sua assenza, da Cerruti) sulla divulgazione scientifica nel Risorgimento. Da sottolineare la vivacità di alcune discussioni, utili all'approfondimento dei temi trattati, a favorire lo scambio di esperienze e la conoscenza di punti di vista diversi. Tutto ciò assume particolare rilevanza per la presenza al Convegno di

ricercatori dell'ambito umanistico e di quello scientifico, altrove divisi da abitudini formali che, talvolta, provocano incomprensioni e diffidenze. Nell'ultima giornata, accanto alla rievocazione del contributo di Miolati alla teoria della valenza (Karachalios), sono state presentate comunicazioni sul valore che il tubo a raggi catodici ha avuto nella storia delle scienze (Serafini), sulla spettrometria di massa (Turco, Cerruti) e sul tema della periodicità degli elementi attraverso il materiale pubblicato in 75 anni dal *Journal of Chemical Education*. Rispetto al programma, tre comunicazioni non sono state presentate, ma due di esse (Carassiti e Maltese) figurano comunque negli Atti, pubblicati nei Rendiconti dell'Accademia Nazionale delle Scienze, detta dei XL. Quella di Carassiti, sobriamente introdotta come "considerazioni di un chimico sperimentale" sulla "Ricerca Chimica e Filosofia della Chimica", oggi, che l'Autore non è più con noi (ci ha purtroppo lasciati il 29 ottobre 2001), assume quasi il senso di un messaggio di commiato dalla comunità dei chimici italiani. C'è da augurarsi che l'impegno di studio e ricerca di alcuni suoi componenti nei confronti della storia e filosofia della chimica, così come si è espresso attraverso questo IX Convegno a fianco degli umanisti, venga condiviso da molti altri. Così, forse, ci si troverà meno spaesati di fronte al cosiddetto "declino" della chimica, da qualcuno sbrigativamente pronosticato di fronte alle presenti difficoltà.

Marco Taddia

RECENSIONI

IL MALVA DI PERKIN

STORIA DEL COLORE CHE HA CAMBIATO IL MONDO

di *Simon Garfield*

Garzanti, 2002

Pag. 213, euro 18,00



Oggi, al momento della scelta di un capo di abbigliamento, di un'automobile, di una suppellettile o perfino di un banale articolo di cancelleria, la varietà di colori a disposizione, nelle più diverse tonalità e fantasie, appare un fatto scontato. La preferenza di un colore al posto di un altro, espressione più o meno manifesta del gusto individuale, contribuisce al piacere della vita e finisce per l'assume-

re, magari inconsciamente, significati legati alla psiche del soggetto e al suo modo di rapportarsi agli altri. Talvolta, di fronte a scelte particolarmente ampie, non è raro osservare manifestazioni di imbarazzo, accompagnate

da un certo disinteresse verso la reale qualità e funzionalità del bene. Sono preoccupazioni e piaceri che, fino alla metà dell'Ottocento, non riguardavano la gente comune. La ricchezza cromatica, basata sull'impiego di costosi coloranti di origine animale come il cocciniglia, o vegetali come il robbia e l'indaco, era riservata soltanto alle élites. Dopo la sintesi del primo colorante artificiale derivato dall'anilina, la mauveina o malveina, da parte di William Perkin nel 1856, ciò che prima era privilegio di pochi, fu disponibile per tutti. Il libro di Garfield narra la storia della scoperta di questo colorante viola (malva), la nascita dell'industria dei coloranti e i progressi che ne seguirono, senza trascurare le implicazioni economico-ambientali dello sviluppo industriale. Il taglio è quello del romanzo storico-scientifico, do-

Continua a pag. 104

Sulla didattica chimica in laboratorio

Riassunto

Il ruolo del laboratorio nell'insegnamento chimico richiede di essere approfondito.

L'attività pratica e l'ambiente in cui viene svolta influenzano fortemente la qualità della formazione conseguita.

Attività mentale e attività pratica interagiscono, si alimentano a vicenda, potenziandosi sino a sfociare nella consapevolezza del modo di operare.

Tutto ciò porta a rivedere criticamente le ipotesi di riforma della scuola professionale

Abstract

The role of laboratory in the teaching of chemistry requires to be closely examined. The laboratory practice and environment influence strongly the learning quality. Mental activity and practice interact strictly and reinforce each other, becoming strengthened and eventually creating a self-conscious "modus operandi".

All these considerations urge the critical revision of the present projects for the reform of vocational schools.

Alcune considerazioni su di una potente metodologia didattica

L'utilizzazione del laboratorio nella didattica della chimica appare a molti come un fatto scontato: la chimica è una delle discipline sperimentali, di conseguenza l'uso del laboratorio in questo insegnamento è automaticamente giustificato. Questo atteggiamento acritico paradossalmente serpeggia anche in alcune Scuole di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario (SSIS), laddove apparirebbe più logico discutere del ruolo del laboratorio nella didattica della chimica, delle caratteristiche della di-

ERMANNO NICCOLI*

didattica nel laboratorio o ancora con maggiore ambizione delle differenze da un punto di vista epistemologico tra attività sperimentale nella ricerca e attività sperimentale nell'insegnamento.

Ma al di là di queste riflessioni si vorrebbe tentare di capire come l'uso non sporadico del laboratorio lasci una impronta formativa molto marcata, in altre parole come l'attività di laboratorio possa incidere profondamente nella *forma mentis* del soggetto.

L'accettazione acritica dell'uso del laboratorio porta gli insegnanti a produrre lunghi elenchi di obiettivi specifici che di per sé non sono errati, ma non fanno emergere quello che è la vera funzione del laboratorio stesso. Riportiamo di seguito un esempio di elencazione di obiettivi specifici:

- Associare termini specifici a sostanze e a oggetti di laboratorio.
- Imparare ad usare correttamente le apparecchiature di laboratorio.
- Organizzare e condurre le attività secondo una sequenza efficace.
- Organizzare i dati sperimentali mediante diagrammi, istogrammi, tabelle e ipertesti.
- Conoscere ed applicare la teoria degli errori.
- Presentare correttamente i dati con particolare riguardo alle unità di misura, alle convenzioni IUPAC, alle dimensioni delle grandezze.
- Utilizzare la modellistica atomica e molecolare e tutta la simbologia chimica per formulare ipotesi esplicative.
- Sapere progettare delle semplici esperienze.

Questi elenchi sono indubbiamente utili per condurre ordinatamente l'attività ma spesso hanno più il sapore di constatazioni a posteriori che di strumenti progettuali.

Al contrario se ci si premura di formulare innanzitutto elenchi di obiettivi generali, si comincia a intravedere qualche indicazione sul ruolo del laboratorio nell'insegnamento chimico. Facciamo anche in questo caso qualche esempio:

- Far prendere coscienza dei meccanismi della ricerca scientifica.
- Incentivare la fiducia degli allievi nelle proprie intuizioni.
- Esercitare un'azione orientativa.
- Svolgere attività che sensibilizzino ai problemi ambientali.
- Sperimentare differenti modalità di apprendimento.
- Socializzare il lavoro intellettuale.

La validità di questi obiettivi giustificano appieno l'uso del laboratorio come strumento didattico, tuttavia si può osservare un esito negativo di questa metodologia se si eccede nel suo uso, scivolando in un insegnamento troppo tecnicistico e applicativo.

La forte impronta di tipo pragmatico finisce per rappresentare un grave limite nella formazione dello studente. Prima che l'università facesse i conti con l'istruzione di massa e si rassegnasse ad abbassare i livelli formativi, era comune esperienza che, fatte le debite eccezioni, gli studenti di chimica con diploma di perito chimico dopo una partenza accelerata, arrivati alla fine del secondo anno accusavano la fatica rispetto agli studenti provenienti dai licei ai quali evidentemente lo studio del latino, della filosofia o di altro ancora aveva fornito qualche strumento cognitivo in più. Si può riflettere sul fatto che l'attività di laboratorio, se utilizzata per introdurre alcuni specifici argomenti, si affianca con successo alle altre metodologie di insegnamento ma con una sua specificità: è una operazione ad alto rendimento didattico in quanto vengono centrati contemporaneamente più obiettivi importanti quali l'avvicinamento funzionale ad un ar-

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

gomento, la comprensione di come progredisce la conoscenza e l'acquisizione di tutti quei dati anche di tipo percettivo non altrimenti acquisibili.

Questa metodologia trova tuttavia i suoi limiti proprio nella organizzazione scolastica i cui tempi sono incompatibili con un sistematico approccio sperimentale e le cui attrezzature sarebbero comunque inadeguate.

Effettivamente il primo degli obiettivi generali sopraccitato sembrerebbe fornire almeno in parte una risposta al nostro interrogativo: si tratta indubbiamente di un obiettivo di alto profilo. Ma il nostro scopo non è certo quello di creare tanti piccoli scienziati; inoltre in un normale programma di chimica c'è poco spazio per una riflessione di tipo epistemologico.

Si può infine osservare che la riscoperta di dati scientifici in ambito didattico differisce dalle procedure della ricerca non solamente per ampiezza e approfondimento, ma anche per il diverso retroterra culturale e l'incompleta maturazione cognitiva dello studente. Tutto sommato si limita a imitare i protocolli della ricerca vera e propria.

Nonostante ciò le procedure didattiche, pur scimmiettando quelle della ricerca, permettono di esercitare gli studenti nell'arte del *problem solving* sperimentale e quindi li aiutano a comprendere in qualche misura i meccanismi dell'invenzione e della scoperta.

In seguito se sapranno generalizzare questo tipo di pensiero, essi approderanno a una sorta di scoperta della scoperta ossia, per usare una brutta parola, ad una "metascoperta".

Queste riflessioni sulla peculiarità dell'attività di laboratorio mi appaiono tuttavia insufficienti e più che mai siamo spinti a rifiutare il sillogismo per cui, essendo la chimica una scienza sperimentale e dovendo insegnare la chimica, la insegniamo sperimentalmente.

Quando la mente interagisce con la materia

Cercando una risposta a questi interrogativi, mi è venuto spontaneo di riprendere alcuni argomenti già affrontati durante la Scuola Estiva di Chimica di Pisa del 2000 per un approfondimento su come l'operatività (chimica) incida sul profilo culturale del soggetto; in particolare ho riconsiderato alcune idee di Silvia Scribner, una psi-

cologa del lavoro, così come vengono riferite da Bruner.

Questa studiosa sostiene che dietro alle operazioni apparentemente secondarie, compiute dagli addetti ai più differenti mestieri, si celano indicazioni assai importanti sul modo di apprendere delle persone e quindi del loro modo di essere. Ad esempio la Scribner sostiene che il modo usato dai lattai nel conteggiare e ripartire le bottiglie del latte e dei latticini prima della consegna è particolare e dipende dal tipo di materiali maneggiati.

Essa, come molti altri psicologi del lavoro, considera la mano e gli strumenti mediante i quali le persone interagiscono con l'ambiente come una vera e propria "protesi della mente", nel senso che la mente progetta la costruzione e l'uso degli strumenti e questi attraverso il loro funzionamento influenzano la mente nel modo di apprendere e di progettare.

Viene postulata una sorta di cultura delle cose secondo la quale le caratteristiche delle medesime ed il contesto in cui si opera, attraverso le retroazioni, condizionano e caratterizzano la formazione del soggetto, il suo modo di pensare e di porsi rispetto alla realtà, il modo di risolvere i problemi.

Questo fatto, che finisce per forgiare e connotare la personalità dei soggetti, può essere letto in negativo come "deformazione professionale", in positivo viceversa secondo Bruner e la Scribner rappresenterebbe addirittura un ampliamento della psicologia cognitiva di Vygotsky.

Se ne conclude che non è possibile un apprendimento tutto mentalistico in quanto l'interazione con l'ambiente di lavoro o di studio e con gli oggetti manipolati ne connota la formazione per cui, riprendendo una frase di Bruner, "...i nostri modi di fare le cose con competenza, riflettono forme implicite di adesione ad una cultura, che spesso vanno oltre a quello che sappiamo in forma esplicita. Queste forme di affiliazione sono forme di reciprocità culturale, profondamente radicate che preservano una cultura...".

Bruner sottolinea anche che spesso prima si impara a fare le cose e solo dopo si procede a spiegare che cosa si stia facendo; anche lo stesso Piaget aveva sottolineato che i bambini imparano attraverso l'azione prima ancora di avere acquisito l'uso del linguaggio e forse possiamo a spinger-

ci a dire che il linguaggio delle cose è primario rispetto al linguaggio simbolico.

Anche nella vecchia impostazione di Bruner viene ipotizzata prima la rappresentazione tramite l'azione, quindi la rappresentazione iconica e infine quella simbolica, ossia l'azione e l'operatività precedono la rappresentazione astratta. Operatività e attività logica si alimentano a vicenda attraverso un sistema di *feedback* costruttivi, fanno in modo che le culture si dotino di sistemi simbolici e si arricchiscano di significati astratti.

Quindi tutte le forme di cultura, ampie o anguste che siano, sono fortemente caratterizzate dalle modalità operative praticate, d'altro canto non esiste una cultura in assoluto ma solo culture di appartenenza, ben connotate, radicate in certi settori della società civile, quasi forme di intelligenza estesa, distribuita all'interno dei gruppi sociali.

A loro volta le culture evolvono sia conservando una certa connotazione di base, come avvenne con l'evoluzione della iatrochimica nella moderna chimica farmaceutica, sia con cambiamenti più radicali, come quando si passò dai mestieri dei *frères maçons* alla filosofia massonica.

In quest'ultimo caso si può ben dire che gli strumenti di lavoro hanno conferito la loro impronta alla cultura massonica in quanto non solo permangono nella simbologia contemporanea ma hanno connotato filosofia e visione del trascendente sino a configurare una sorta di visione costruttivista *ante litteram*.

Per inciso si noti che attualmente con la formazione di società multiethniche e con l'esplosione dell'informazione, assistiamo ad un *tourbillon* di differenti culture. Questo mescolamento delle culture da sempre alimenta l'evoluzione delle società umane, tuttavia ora ha assunto ritmi accelerati insoliti, il cui esito è per molti aspetti, imprevedibile.

Sapere, saper fare e la consapevolezza di ciò che si fa.

I suggerimenti della Scribner mi hanno fatto venire in mente un modo di dire che andava di gran moda tra i formatori negli anni settanta. Con buona intuizione allora si diceva che era necessario evolversi in tre direzioni, quella del "saper fare", quella del "sapere" e quella del "saper essere", intendendo con questa ultima

espressione la consapevolezza dei propri procedimenti mentali e del proprio modo di essere.

Alla luce di quanto è stato detto dalla Scribner possiamo immaginare un circuito retroattivo tra mano e mente che condiziona il modo di pensare del soggetto caratterizzandone la cultura; a sua volta il soggetto modifica la realtà materiale.

Naturalmente in un sistema complesso di circuiti retroattivi tra la mano e la mente ha poco senso discutere di priorità tra sapere e saper fare. Il saper essere viceversa segna un punto di arrivo della maturazione cognitiva e culturale, frutto di una stretta interazione tra attività simbolica e attività operativa, in altre parole significa il padroneggiamento del proprio apprendimento (Ausubel). Si potrebbe dire che “sapere” e “saper fare” si amplificano a vicenda sino a sfociare nel “saper essere”.

Alla luce di queste conclusioni, visto il peso che assumerebbe l'attività di laboratorio nell'insegnamento chimico, dobbiamo interrogarci su come si possa costruire una cultura chimica equilibrata, capace cioè di sostenere un pensiero creativo e di fornire una interpretazione della realtà e nello stesso tempo di caratterizzare il modo di ragionare del soggetto. Problemi questi da affrontare più sul piano psicologico e didattico che non su quello epistemologico.

Porsi il problema di costruire una cultura chimica, coniugando attraverso metodologie differenziate il “sapere” con il “saper fare”, significa appunto assegnare un compito fondamentale all'uso del laboratorio per dare allo

studente un input formativo che assicuri una certa contiguità culturale con chi pratica la disciplina a livello applicativo o scientifico.

Tuttavia in coerenza con quanto detto la formazione acquisita attraverso le attività operative presenterà caratteristiche assai diverse a seconda che queste siano state espletate in ambito scolastico, in ambito lavorativo o in ambito di ricerca e soprattutto la cultura chimica conseguita inizialmente con lo studio non sarà ovviamente una cultura compiuta e matura.

La cultura scolastica sarà caratterizzata anche da tutte le altre metodologie utilizzate per apprendere ad esempio dalla simulazione al computer delle trasformazioni chimiche, dalle modellizzazioni semplificate a scopo didattico, dalle narrazioni del docente oltre che dall'influenza delle altre discipline (obiettivi trasversali).

Tutto ciò lascerà la sua impronta configurando la professione di studente che solo successivamente potrà evolversi a contatto dell'ambiente di lavoro ed acquisire sempre maggiore consapevolezza del suo modo di essere e di fare.

Attraverso questi meccanismi il singolo diviene anche consapevole della sua appartenenza ad una ben determinata forma sociale per cui paradossalmente anche la pratica di laboratorio finisce per avere una valenza politica.

In base a quanto detto in apertura, l'apprendimento si caratterizza per il contesto su cui si opera, quindi è un apprendimento non solo connesso con il funzionamento della mente ma innervato, attraverso un sistema di

relazioni e di retroazioni con il mondo materiale. Quindi onore a Vygotskij; ma questo forte condizionamento ambientale potrebbe essere in ipotesi una delle cause fondamentali del fenomeno dei *decalages*, cioè della compartimentazione cognitiva.

Questo limite può essere superato appunto attraverso la metacognizione ossia la consapevolezza delle proprie operazioni mentali, in altre parole attraverso il saper essere. In caso contrario ci areniamo nelle secche dell'addestramento professionale.

Appare velleitario pretendere che la scuola conferisca a livelli medio-bassi culture ampie, flessibili e facilmente riconvertibili. Perciò l'orientamento precoce verso il mondo del lavoro può rappresentare per lo studente un danno irreversibile.

Nel complesso mondo d'oggi le culture puramente artigianali sono da evitare, esse si distinguono per la loro rigidità derivante spesso da una scarsa consapevolezza del proprio modo di essere; di conseguenza possono essere modificate con fatica e difficilmente possono essere riconvertite come invece richiederebbe l'attuale mondo lavorativo.

I lavoratori debbono avere alle spalle una solida scuola dell'obbligo dove hanno praticato anche attività di laboratorio, ma il completamento della loro formazione o la loro riconversione professionale deve essere ambientata nel giusto contesto e non può avvenire all'interno delle strutture scolastiche. Su questi aspetti bisognerebbe meditare a fondo quando nell'ambito di una riforma si devono decidere le sorti delle scuole professionali.

SEGNALAZIONI

“ Ci fa piacere segnalare che il Dr. Luigi Anastasia, figlio del Prof. Mario Anastasia, nostro socio e coordinatore dei Giochi della Chimica, ha meritato il Premio “H. C. Brown Research Award” assegnato al miglior PhD in Chimica della Purdue University (La Fayette, USA) per l'Anno Accademico 2002.

Il Dr. Luigi Anastasia ha frequentato il dottorato con il Prof. Ei-Ichi Negishi ed ha discusso una tesi dal titolo:

“Selective Carbon-Carbon and Carbon-Heteroatom Bond Formation Reactions Catalyzed by Silver, Copper, Palladium, Ruthenium, and Zinc, and their Application to the Synthesis of Natural Products”.

La direzione e la redazione di CnS esprimono all'amico Mario Anastasia le congratulazioni più sentite.



Nella foto, il giovane chimico italiano è ritratto con la prestigiosa targa e il Prof. H. C. Brown, premio Nobel per la Chimica.”

La precisione nella prassi di laboratorio

La presente nota si propone di sottolineare un problema mai abbastanza evidenziato nella prassi didattica.

È fondamentale che gli studenti specialmente di scuola secondaria superiore che eseguono esercitazioni di laboratorio abbiano un minimo di padronanza delle operazioni e dei concetti che stanno alla base delle loro esperienze.

In questa nota non introduco l'analisi statistica dei dati o le teorie sulla propagazione degli errori ma alcuni concetti fondamentali, quali la differenza tra esattezza e precisione, tra errore relativo ed errore assoluto, tra errori casuali ed errori sistematici, mi sembrerebbe indispensabile inoltre, visto e considerato che a partire da una serie di misure una normale calcolatrice scientifica ne calcola automaticamente la deviazione standard, prevedere un cenno alla curva degli errori e con questa il concetto di incertezza di una misura.

Ma è forse con le misure di volume, frequenti nei laboratori scolastici, che certe carenze di "precisione" didattica balzano evidenti agli occhi.

Prendiamo come esempio il problema della temperatura, nella determinazione del volume dei liquidi effettuata mediante l'utilizzo di strumenti graduati atti al prelievo che in generale sono di vetro o di materiale plastico, provvisti naturalmente di linee di taratura orizzontali e numerate.

Come noto le misure di volume sono influenzate dalla temperatura e questo parametro deve essere tenuto sotto controllo sia per quanto riguarda il liquido sia per quanto riguarda il recipiente, anche se la dilatazione dei liquidi e delle soluzioni acquose sono più determinanti della dilatazione dei recipienti, basta pensare che per l'acqua la variazione di volume per una variazione di temperatura di 1°C è circa lo 0,025%, percentuale che aumenta per liquidi organici.

Un calcolo semplice ma convincente

PASQUALE FETTO^(*)

che può essere fatto dagli studenti, è il seguente: una soluzione acquosa diluita corrisponde a 100.0 mL misurata a 10°C, supposto che il coefficiente di dilatazione della soluzione diluita sia uguale a quello dell'acqua, si calcola il volume della stessa soluzione a 30°C. La formula da utilizzare è la seguente:

$$V_T = V_A (1 + k\Delta T)$$

V_T e V_A = volumi rispettivamente alle temperature T e A

k = coefficiente di dilatazione cubica del liquido esaminato

ΔT = differenza tra le temperature T e A

Sostituendo i valori numerici:

$$V_{293} = V_{283} (1 + 0.00025 \cdot (293-283)) = 100.0 \cdot 1.0025 = 100.25 \text{ mL}$$

Gli studenti devono inoltre imparare che per la vetreria graduata di norma la temperatura di taratura, in conformità alle norme ISO (International Organisation for Standardization), è di 20.00°C.

Analizziamo ora le sigle che possono essere presenti sulla strumentazione.

Taratura

In - indica la taratura di matracci, pipette e burette effettuata a 20°C per *contenere*

Ex - indica la taratura di matracci, pipette e burette effettuata a 20°C per *fornire*

Accuratezza

Classe A+ o anche AS riferita a matracci e pipette

Classe A riferita a matracci, cilindri, pipette e burette

Classe B riferita a matracci, cilindri, pipette e burette

Capacità in mL

Le Classi sono caratterizzate dall'aver i fori di sciolamento di diverso diametro, così: gli strumenti di classe A

(pipette graduate, pipette tarate, burette, burette automatiche, micropipette) hanno fori più piccoli e quindi tempi di sciolamento più lunghi rispetto a strumenti di classe B. Si comprende facilmente che gli strumenti di classe B aumentano le possibilità di errori.

Tolleranza

Di solito la tolleranza di taratura viene indicata sullo strumento, essa dipende dalla capacità, espressa in mL e diminuisce al crescere della capacità stessa, dalla classe e dallo strumento (cilindro, matraccio, pipetta, buretta).[1]

Capacità

Sulla strumentazione sono riportati i seguenti dati, ad es.:

Cilindro *Classe A*, **10:1/10** mL *tol.* ± 0.033 mL *In* 20°C

Matraccio *Classe A*, **50** mL *tol.* ± 0.06 mL *In* 20°C

Buretta *Classe AS*, **25:1/20** mL *tol.* ± 0.03 mL *Ex* 20°C

Buretta *Classe B*, **25:1/20** mL *tol.* ± 0.05 mL *Ex* 20°C

Leggiamo quindi correttamente quanto riportato:

Classe A, AS, B

Numeri in grassetto = quantità di soluzione massima misurabile.

Numeri in rosso = volume corrispondente all'intervallo tra due divisioni divisioni

tol = tolleranza in mL

In = contiene (liquido contenuto nello strumento, tipo di taratura)

Ex = fornisce (liquido che defluisce) °C = temperatura a cui è stato tarato lo strumento e alla quale si deve operare per la validità delle misure.

Tener presente che se si opera a temperatura diversa da quella di taratura i valori del volume variano come precedentemente descritto.

Come si può vedere con poche ma essenziali precisazioni si può creare un atteggiamento sperimentale più corretto negli studenti.

[1] Aresta M., Colasanti D.; Verso la Chimica, Casa Editrice Ambrosiana - Milano 1995

Una narrazione affascinante

In certe giornate di primavera, quando ci si sente conciliati con la natura, creativi e pieni di entusiasmo, è successo che la mia lezione assumesse una enfasi particolare. Mi ritrovavo a narrare “ vicende “ di chimica quasi che si trattasse di una avventura meravigliosa e mi pareva in quei momenti di stringermi al petto i miei amati libri.

Ciò che più mi stupiva alla fine di quelle lezioni era vedere negli occhi di alcuni miei allievi un riflesso del mio entusiasmo.

Più tardi, ormai lontano dalle aule, mi sono chiesto se quel narrare con entusiasmo potesse essere visto come un buon metodo didattico.

Successivamente ancora ho letto alcune osservazioni di Bruner che andavano proprio nella stessa direzione; ne ho fatto oggetto di approfondimento in occasione della Scuola Estiva di Pisa del 2000 ed ora vorrei riproporvi le mie conclusioni.

Il racconto della scienza costruito in modo adeguato, con le giuste sequenze e le giuste fasi si può rivelare un potente strumento didattico ma deve assumere l'andamento della narrazione, ad esempio sovvertendo situazioni apparentemente intuitive per poter accedere a verità più profonde.

Per la chimica ad esempio può essere una buona partenza, parlando di trasformazioni, partire da una critica del punto di vista alchimistico per arrivare ad una visione intuitiva ma corretta, successivamente si può mettere in rilievo le incongruenze che il punto di vista adottato non riesce a spiegare e, attraverso un graduale approfondimento, arrivare con andamento a spirale alla formalizzazione del problema.

La scienza usa di norma un linguaggio molto formalizzato, ma in una esposizione narrativa forse si deve evitare di ricorrere troppo spesso a tale formalizzazione mentre è utile sottolineare, attraverso una sequenza ben congegnata di ipotesi, di conferme sperimentali e di previsioni, le vie secondo cui leggi e teorie sono state generate.

In realtà gli scienziati, per farsi capire e per procedere nel loro lavoro, hanno fatto ricorso ad ogni sorta di espedienti quali intuizioni, metafore, similitudini, storie ecc..

Se si ricorre alla storia della chimica, si rende necessario ricorrere all'interpretazione della storia. La storia della scienza può essere narrata secondo interpretazioni di volta in volta problematiche, drammatiche, politiche ecc. e ci permette di accentuare le sintonie tra sviluppo ontogenetico, che sta avvenendo, e sviluppo filogenetico che è avvenuto, aiutando le persone a radicarsi maggiormen-



te nella propria cultura.

Ma nell'esposizione si deve tenere presente che tanto più una scienza è avanzata, tanto più dipende dai modelli speculativi che essa stessa ha costruito e che diventano sempre più indirette osservazioni e misurazioni dei fenomeni naturali.

Naturalmente molto dipende in quale fase del curriculum ci troviamo, a livelli avanzati può essere utile utilizzare il linguaggio più formalizzato (linguaggio matematico, logico ecc.) in quanto generativo nel senso che per la sua impostazione rigorosa permette di trarre deduzioni e di fare previsioni.

Se l'esposizione verbale ha la struttura di una narrazione, è bene tenere presenti alcune regole del narrare, quando ad esempio si narrano dei fatti si crea una aspettativa attraverso una

esposizione che preveda un inizio, una prosecuzione ed una fine.

I dati di contorno danno significato alla storia principale ed è bene evitare una esposizione troppo schematica: raccontando come Mendeleiev abbia previsto l'esistenza dell'ekaboro e dell'ekasilicio, si stimola un atteggiamento di immedesimazione che aiuta la comprensione della Tavola Periodica degli elementi. Se si narra di azioni avvenute si deve specificare gli stati intenzionali di chi ha agito, infatti le azioni sono sempre motivate da convinzioni, teorie e desideri.

Una nuova teoria scientifica può essere presentata come una deviazione rispetto a quanto si conosceva in precedenza, si dice infatti che le storie ruotano intorno a norme che vengono infrante, queste possono essere benissimo delle norme scientifiche già conosciute, ma in questo modo si crea una aspettativa di novità.

Quale può essere il guadagno in termini didattici, se invece di un'esposizione freddamente tecnica usiamo per i concetti scientifici una esposizione che riprende i ritmi e l'andamento della narrazione? Che cosa si guadagna e che cosa si perde se passiamo dalla fredda esposizione di proposizioni verificabili alla

narrazione di ciò che ha fatto, non solo materialmente ma anche in termini di pensiero, lo scienziato?

L'importanza della semplice esposizione verbale è tuttavia messa in rilievo dal fatto che i concetti spesso vengono veramente capiti da parte dell'insegnante proprio nello sforzo di trasmetterli ai propri studenti; paradossalmente si potrebbe dire che gli alunni fungendo da specchio aiutano l'insegnante a capire proprio nel momento in cui l'insegnante aiuta loro. In questo processo entrano in gioco prepotentemente i fattori emotivi e relazionali.

D'altro canto la narrazione didattica è stata spesso praticata quasi inconsapevolmente cioè senza attribuirle lo status di metodologia didattica, confondendola appunto con la pura esposizione verbale, vista come "l'unico

modo di insegnare”.

È stata spesso usata in modo istintivo e acritico, con obiettivi sbagliati o senza abbinare narrazione e rigore scientifico; per questo motivo ha sofferto di momenti di impopolarità, è stata accusata di essere il veicolo di nozionismo e di indurre un apprendimento passivo.

Attraverso una esposizione narrativa si riesce viceversa a creare un contesto storico, psicologico e operativo dove poter “ambientare” i concetti scientifici, rendendoli così più confrontabili con l’esperienza quoti-

diana, meno sospesi in una atmosfera irrealista e asettica.

In questo modo si può finalmente discutere delle conquiste della scienza in modo obiettivo senza demonizzazioni e senza fanatismi fideistici.

Si può pensare ad alta voce quasi che si trattasse di una conversazione interiore durante la quale è possibile raccontare, dimostrare e riflettere sulle cose.

Durante questo procedimento l’insegnante organizza in modo visibile la sua conoscenza, comunicando con se stesso prima ancora che con gli

alunni.

Con l’esposizione narrativa entra in gioco anche un fattore estetico, non influente, che consiste nel cercare di spiegare le cose non solo nel modo più logico ma anche nel modo più elegante. Si può ricordare tra l’altro che anche nella scoperta e nell’invenzione scientifica sembrano entrare in gioco parametri estetici.

Con questa modalità il discente, sollecitato dall’esposizione del docente, corroborato dagli altri tipi d’interventi, viene aiutato a costruire la propria visione del mondo ma deve essere chiaro che egli raggiungerà la conoscenza solamente nei propri termini.

Ermanno Niccoli

LETTERE

Caro direttore, in un manifesto inviato dalla Royal Society of Chemistry si sostiene che la preparazione dello studente in chimica o in scienze chimiche è tale da facilitargli successo e carriera nei campi più disparati. Tra le doti, che il futuro chimico dovrà possedere, vengono elencati nell’ordine l’adattabilità, la creatività, la curiosità, la tenacia e la capacità di analisi. Come ben sai per esperienza, queste qualità sono ovviamente le stesse che vengono messe in gioco nella ricerca scientifica, assieme ad un adeguato retroterra culturale.

In particolare, come ho fatto presente in occasione delle lezioni per la Scuola Estiva di Pisa, oltre che in alcuni articoli e rubriche, i processi di invenzione e di scoperta sono caratterizzati proprio dall’intreccio, a volte inestricabile, di momenti di analisi e di momenti di sintesi e questi ultimi richiedono appunto intuizione e creatività.

Gli altri aspetti sopraccitati sono anch’essi importanti e spiegano perché l’attività di ricerca, descritta adeguatamente nei suoi passaggi psicologici ed operativi, è varia e complessa.

Questi argomenti sembrano lasciare i miei colleghi (e i tuoi?) totalmente indifferenti; tutto ciò potrebbe farmi pensare che ho enunciato concetti ovvi e di dominio comune se non ché nelle scuole e sui libri di testo continuano ad essere proposte sequenze schematiche del tipo:

raccolta dei dati -> ordinamento dei dati in grafici e tabelle -> analisi dei

dati così ordinati -> rilevamento delle regolarità -> scoperta della legge (processo induttivo) -> ideazione di esperimenti capaci di validare o falsificare la legge.

L’ultimo passaggio comporta l’inchino a Popper ma nessuno è veramente in grado di spiegare in che cosa consista il pensiero induttivo, a nessuno viene il sospetto che l’idea risolutiva invano e a lungo cercata a volte sbocci all’improvviso dopo una saporita dormita o addirittura in sogno (vorrà pur dire qualcosa) o che in certi casi si proceda per analogia con precedenti ricerche e così via.

Se partiamo dal concetto che il cervello dell’insegnante e dello studente funzionano esattamente come quello del ricercatore, appare evidente la necessità di gettare un poco di luce su questi processi.

Viceversa l’acme della tragedia la si raggiunge in alcune SSIS dove i futuri insegnanti assimilano la suddetta sequenza dai manuali scolastici o dai loro tutor e poi la vengono a recitare con aria compunta alle prove di esame.

Credimi è dura. Con immutabile stima ed amicizia

Ermanno Niccoli

La lettera del collega e amico Ermanno Niccoli suona come un grido di dolore per la tenace persistenza di una concezione della ricerca scientifica che non rende giustizia alla complessità e alla ricchezza culturale di questa attività umana, facendola invece apparire, come risulta dalla prima parte della sequenza citata, qual-

cosa di simile alla raccolta di francobolli (sia detto senza offesa per i cultori di questo hobby).

E’ necessario ricordare ancora una volta che questa concezione tipicamente ottocentesca, ispirata a un’ingenua forma di induttivismo, era rifiutata dai veri scienziati già nella prima metà del secolo scorso. In questi giorni ho ripreso in mano un vecchio libro, scritto da Albert Einstein e Leopold Infeld nel 1938 e apparso in edizione italiana una decina d’anni dopo [1]. In questo libro è espressa ripetutamente e in modo incisivo una ben diversa e ben più aderente concezione dell’impresa scientifica, che mette in primo piano il suo carattere eminentemente creativo. Vale la pena riportarne tre brevi citazioni:

“La scienza non è una raccolta di leggi, un catalogo di fatti senza nesso. E’ una creazione dell’intelletto umano, con le sue libere invenzioni di idee e di concetti.”

“... lo scienziato deve raggruppare i fatti caotici che gli sono accessibili e renderli coerenti e intelleggibili con il sussidio del proprio pensiero creatore.”

“I concetti fisici sono creazioni libere dell’intelletto umano e non vengono, come potrebbe credersi, determinati esclusivamente dal mondo esterno.”

[1] A. Einstein e Leopold Infeld, *L’evoluzione della fisica*. Einaudi, Torino, 1953. Pag. 301, 16-17, 43.

Paolo Mirone

Cataloghi (Directories)

Riassunto

Prosegue l'indagine sugli strumenti di ricerca in Internet. In questa puntata verranno trattati gli indici, o cataloghi; dopo una breve spiegazione del loro funzionamento verranno presentati nel dettaglio quattro diversi indici, naturalmente centrando l'attenzione sulle risorse presenti per la chimica.

Abstract

Survey on the search instruments in Internet continues. This issue deals about directories; after a short explanation of their working method, a description of four directories will be done, with special attention to chemistry resources.

Un metodo, alternativo ai motori, di effettuare ricerche in Internet è quello delle *directories* (in italiano si può rendere con "indici" o "cataloghi"). La maggior parte di queste sono pubblicate come motori, ma il loro meccanismo di funzionamento è in realtà diverso: sono delle collezioni di siti, esaminati non da programmi quali gli *spider* ma da redattori umani, catalogati per argomenti e presentati con una struttura ad albero che permette di raggiungere velocemente la selezione di siti d'interesse. Quindi censiscono molti meno siti, rispetto ad un motore, ma generalmente più validi, fornendo quindi molte meno risposte, ma generalmente tutte utili. Il problema con le *directories* è quello della censura, che non sarà più casuale, come avviene invece con i motori (che censiscono sì solo una porzione di rete, ma determinata dalla "geometria" della rete stessa e non da alcun intervento volontario). La censura esercitata dalla redazione che esamina i siti per una *directory*, e decide quali presentare e quali no, può dipendere dalle cause più diverse; certamente discriminante è in molti

FRANCESCA TURCO*

casi il fattore economico: la maggior parte di questi servizi richiedono un compenso all'editore per inserire un sito fra quelli segnalati, o per lo meno per inserirlo nei primi posti, che sono poi quelli che, con buone probabilità, verranno esaminati da chi utilizzerà il servizio. Sono evidenti le conseguenze sull'affidabilità.

Yahoo

La *directory* internazionale per eccellenza è senz'altro Yahoo, che prevede due possibilità di ricerca: si può discendere (risalire?) la struttura ad albero con cui sono catalogati i siti selezionando 'Science' nel menu principale, poi 'Chemistry', e via di seguito fino ad ottenere l'elenco dei siti indicizzati nella specifica categoria di interesse. Altrimenti è possibile effettuare una ricerca tradizionale esattamente come se si utilizzasse un motore, digitando cioè l'opportuna combinazione di termini nell'apposita casella della *home page* (www.yahoo.com).¹

È consigliabile provare entrambi i metodi, con il primo si arriva velocemente ad una selezione di siti di interesse, con il secondo si possono trovare spunti imprevisti, ad esempio siti che sono stati catalogati in qualche cartella che di proposito non si sarebbe controllata, ma che possono interessare. La scelta migliore può essere quella di mescolare i due metodi seguendo il menu per qualche livello ed immettendo poi la stringa e selezionando il comando "cerca solo all'interno di questa categoria". Quasi tutti i servizi di *directories* prevedono questa doppia opzione di ricerca.

¹ Da una serie di prove sembra che, quando Yahoo non possiede la catalogazione di alcun sito che corrisponda alla stringa immessa, si "agganci" a Google e fornisca quindi effettivamente le risposte di un vero e proprio motore di ricerca. Queste prove, e tutti i controlli sulle indicazioni seguenti, sono stati effettuati l'ultima volta il 10/06/02.

² Il confronto fra il numero complessivo di siti segnalati per le diverse discipline è un po' un sondaggio sulla loro relativa importanza nelle opinioni dei curatori, che immagino cerchino di uniformarsi a quelle degli utenti. Il campione è, con buone probabilità, statisticamente poco rilevante, ma direi non più del solito.



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

Virgilio

Virgilio, la più importante *directory* italiana, ha un sistema di funzionamento del tutto analogo a quello di yahoo. La categoria 'Scienza e tecnologia' non è proprio in primo piano (...), la si raggiunge selezionando 'tutti i siti' nella *home page* (<http://www.virgilio.it>). Scegliendo poi 'chimica' si ottiene ancora un elenco di (sei) categorie (piuttosto sconclusionate) in cui sono suddivisi i 49 siti selezionati da Virgilio.² La selezione, che si limita naturalmente a siti in italiano, è piuttosto deludente.

Looksmart

In www.looksmart.com sotto il titolo "Library" si trova la voce 'Sciences' che a sua volta contiene 'Chemistry'. Anche qui si trova poco materiale di consumo ma molti servizi interessanti, ad esempio consiglio di investire un'oretta per esplorare 'Dictionaries', 'Databases' e 'Guides & directories', che, insieme a molte informazioni decisamente prescindibili, contengono diverse cose che meritano di essere aggiunte ai siti favoriti nella cartella "prima o poi tornerà sicuramente utile". Particolarmente interessanti, per la didattica più che per l'autoformazione, alcuni software ('Chemistry software').

Open directory

All'indirizzo www.dmoz.org si trova il pregevole progetto *Open directory*, che, se riuscisse a espandersi a sufficienza e nella maniera sperata, potrebbe diventare veramente il migliore

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

strumento di ricerca della rete, garantendo un'eccellente qualità delle informazioni presentate. Il progetto, come viene spiegato in *'Become an Editor'* consiste nel creare una directory libera da vincoli (a partire da quello economico, come spiegato sopra) classificando il Web grazie all'aiuto di redattori volontari. Tutti gli utenti del sito sono invitati ad effet-

tuare la selezione per gli argomenti di loro competenza, la valutazione dei siti per *Open directory* risulta quindi più critica³ di quella che un qualsiasi gruppo di redattori non specializzati, come quelli che compilano le *directories* "tradizionali", potrebbe mai effettuare.⁴ Sul materiale di *Open directory* si basano molti dei motori che permettono di effettuare anche una

ricerca per indici, ad esempio Google, HotBot e Lycos. La categoria *'Chemistry'* contiene oltre 2700 voci.

³ E direi anche più "affettuosa".

⁴ Proporre agli studenti di compilare la selezione per una categoria (meglio se molto piccola o addirittura ancora inesistente) potrebbe essere un ottimo esercizio di preparazione all'uso critico di Internet.

RECENSIONI

Continua dalla pag. 96

cumentato ed appassionante, con richiami a fatti più recenti, brani di interviste ed analisi che contribuiscono ad interpretare la dinamica dei rapporti scienza-società. La vicenda umana di William Perkin, la sua formazione culturale fuori dall'ufficialità, il fervore creativo, l'ammirevole tenacia con cui si dedicò alla valorizzazione pratica della scoperta superando l'incomprensione degli ambienti accademici e, infine, le battaglie brevettuali, sono descritti in maniera da stimolare la riflessione critica e il paragone con l'attualità, nello stile del più vivace giornalismo scientifico. Viene opportunamente ricordato che, al momento della nascita di Perkin, il 12 marzo 1838, in Inghilterra non esisteva alcuna scuola dedicata all'insegnamento della chimica. Fu Liebig che convinse gli inglesi ad impegnarsi di più, contribuendo con il suo prestigio al successo della campagna di raccolta fondi per istituire il Royal College of Chemistry. Il College aprì i suoi laboratori provvisori nel 1845, con a capo il giovane A.W. von Hofmann, di cui Perkin divenne in seguito collaboratore. Hofmann era spronato dal desiderio di dimostrare che la sintesi chimica poteva riprodurre sostanze naturali, anche per convincere la pubblica opinione e, soprattutto, i finanziatori del College, che la chimica poteva essere utile al benessere degli individui. Si concentrò in particolare sul chinino, per il quale esisteva una richiesta immensa, in conseguenza delle sue proprietà antimalariche. Perkin, all'età di di-

ciotto anni, si cimentò con il problema e, dopo il tentativo infruttuoso di sintetizzarlo tramite ossidazione-dimerizzazione dell'*N*-allitoluidina con dicromato, ripeté il tutto con l'anilina, derivata dal catrame di carbon fossile, e perciò contenente toluene, ottenendo un prodotto nero che "purificato ed essiccato, dopo il trattamento con aquaviti diede il colorante malva". La vera struttura della malveina di Perkin fu stabilita molti anni dopo dall'analisi NMR ed MS di reperti originali (*J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1*, 1994, 5). Potrà forse interessare i docenti di chimica di oggi, la "ricetta" per riprodurre in laboratorio, su scala micro, il colorante malva (*J. Chem. Ed.*, 1998, 75, 769). Ignorando i pregiudizi che classificavano come poco dignitoso per un uomo di scienza collegarsi al mondo produttivo, Perkin si occupò dello sfruttamento commerciale della suo brevetto, fondando la Perkin & Sons. La mania del malva, innescata prima a Parigi dall'imperatrice Eugenia e poi a Londra dalla regina Vittoria, contagiò la moda femminile. Intorno alla "casualità" della scoperta di Perkin sono state dette molte cose. In occasione del centenario però, Herbert Levinstein la definì "la scoperta in assoluto meno casuale", ricordando la curiosità e i metodi d'indagine sistematici di Perkin. Vale la pena ricordare che Perkin riuscì a far decollare il suo progetto industriale anche grazie all'incoraggiamento ed al sostegno di un imprenditore di Perth, Robert Pullar che, tra l'altro, amava citare Faraday: "Senza esperimento non sono niente; provare sempre, perché chi sa che cosa sia possibile?" Fu questa apertura mentale che permise ad una disciplina scientifica di far nascere un'industria, alimentando nella gente l'attesa di altre novità che potes-

sero migliorarne la vita. Con fatica e paziente lavoro, generazioni di chimici hanno cercato di corrispondere a questa attesa. Il chinino, che Perkin non era riuscito fare, fu sintetizzato solo nel 1944 da Robert Woodward. Nel frattempo però la sintesi del malva, prezioso "errore" di percorso, aveva aperto la strada ad innumerevoli altre applicazioni della chimica nei campi più disparati, dalla medicina, alla fotografia, alla profumeria e all'alimentazione.

Marco Taddia

Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science

di Michael R. Matthews

Routledge New York, 1994

pp. xii + 162,

ISBN 0-415-90899-X; in broccura.



L'importanza di questo libro è dovuta al fatto che l'insegnamento delle scienze può essere migliorato se viene sostenuto e giustificato dalle dimensioni storiche e filosofiche delle scienze. Qualunque insegnante potrebbe legittimamente sbottare pensando a quanto sia già colmo il proprio programma e di conseguenza, di aggiungere anche un po' di storia e di filosofia, neanche se ne parla. Ma una delle tesi sostenute in questo libro è che gli argomenti di storia e di filosofia sono parte integrante dell'insegnamento delle scienze.

L'Autore, Professore nella School Education dell'Università del New South Wales, Australia, argomenta come la storia e la filosofia delle scienze abbiano un ruolo importante in molte questioni teoriche che noi insegnanti dobbiamo trattare e comunque conoscere, come lo scopo dell'educazione scientifica, la formulazione di un appropriato e coerente curriculum, i possibili conflitti tra la conoscenza scientifica e le convinzioni religiose e culturali, ecc. Ad esempio, la conoscenza dei progetti curriculari del passato aiuta a non inventare di nuovo l'acqua calda e capire il motivo dei fallimenti; la conoscenza degli errori già commessi aiuta a non ripeterli.

Il riavvicinamento tra l'educazione scientifica e la storia e la filosofia della scienza è dovuto all'impegno di insegnanti e di filosofi della scienza. Tutti gli studenti, indipendentemente dal tipo di studi che perseguono, dovrebbero avere una qualche conoscenza dei maggiori episodi che hanno contribuito allo sviluppo della scienza, perché sono parte importante della cultura. Anche a chi vuole raggiungere una buona preparazione scientifica, la sola conoscenza dei fatti, delle leggi e delle teorie, seppur essenziale, non è sufficiente: oltre al "prodotto" è richiesta la conoscenza dei processi, ovvero delle maniere tecniche e intellettuali con le quali la scienza sviluppa, verifica e sostiene le proprie affermazioni scientifiche.

Il capitolo 2 è dedicato alla storia dei dibattiti riguardanti i curricula delle scienze. La prospettiva storica è spesso assente in questi dibattiti e di conseguenza vengono reinventate ruote "didattiche". L'insegnamento delle scienze è stato introdotto nella scuola verso la metà del diciottesimo secolo e allora si chiamava "filosofia naturale" e la sua introduzione non è stata universalmente lodata ed è sin da allora che si cerca di stabilire quale dev'essere lo scopo dell'insegnamento delle scienze. Si dibatteva del contenuto, dei metodi d'insegnamento e a chi e come le scienze si dovessero insegnare: in Inghilterra si seguiva un approccio pratico e la scienza era a servizio della rivoluzione industriale. Sempre in Inghilterra, agli inizi del '900 Henry Armstrong, profes-

sore di Chimica all'Imperial College di Londra, in contrapposizione alla maniera di insegnare del tempo, propone il metodo euristico, molto simile al metodo della scoperta. Secondo Matthews, attraverso Armstrong l'empirismo Machiano pervase larga parte dell'educazione scientifica Inglese fino al progetto Nuffield.

Negli Stati Uniti sono presenti sino ai giorni nostri tre grandi filoni: una tradizione teoretica, un'altra applicata e una terza libera o contestuale. Nessuno di questi filoni tradizionali sono stati esclusivi, quanto piuttosto in competizione. Nel 1957 c'è stato il lancio dello Sputnik Russo e il successo di questo fatto ha provocato negli Stati Uniti un dibattito sull'educazione scientifica che ha assunto un'importanza nazionale. Attraverso la National Science Foundation è iniziato nella scuola il processo chiamato la professionalizzazione delle scienze e sono stati finanziati diversi curriculum, di fisica, di biologia e di chimica, come il Chemical Bond Approach (CBA) e il Chemical Education Materials (CHEMS). Un rispettato insegnante di fisica, autore di libri di testo ed esperto di curricula, oltre che molto impegnato nella didattica, ha osservato che per quanto un progetto didattico sia valido e immaginativo, ha bisogno di insegnanti capaci per essere tradotto in pratica e attribuisce il fallimento di molti progetti curriculari alla mancanza di una preparazione adeguata degli insegnanti.

Un cenno va fatto al metodo per scoperta (inquiry o discovery learning). Questo tipo di approccio è stato sostenuto da due eminenti teorici: Joseph Schwab, professore di Biologia all'Università di Chicago e Jerome Bruner, professore di Psicologia cognitiva ad Harvard. Alla conferenza di Cape Cod del 1959, mentre la psicologia educativa che contava era saldamente centrata sull'importanza degli stimoli e del rinforzo, Bruner introduce con successo le idee cognitive di Jean Piaget. Con la diffusione del discovery learning si ebbe però la distorsione del metodo: la promessa di promuovere negli studenti le abilità nel ragionamento, il piacere per l'apprendimento e la scoperta attraverso l'esperimento e la manipolazione dei materiali non venne realizzata. E la ragione ultima del fallimento risiede probabilmente nel fatto che il metodo del discovery learning era basato sulla convinzione semplicistica che il metodo scientifico sia induttivo e che l'osservazione non dipenda dalla sua comprensione intellettuale. Per capire il risultato di un esperimento, è necessario avere un'idea, ancorché vaga, sul perché lo scienziato faccia un certo esperimento e su come le teorie scientifiche si siano sviluppate nel passato: le fondamenta teori-

che sulle quali l'esperimento viene condotto sono più importanti dell'esperimento stesso. Il ragionamento scientifico non è la stessa cosa del ragionamento naturale ma è il prodotto dell'istruzione formale nella scienza. Usando la storia e la filosofia della scienza l'Autore sviluppa una seria critica ai progetti di riforma degli anni '60 e alla rimozione degli aspetti applicativi delle scienze nei programmi.

Il capitolo 4 è dedicato alla storia della scienza nel curriculum. Benché i suggerimenti di utilizzare la storia della scienza nell'insegnamento della disciplina scientifica siano vecchi di quasi due secoli, l'effettivo utilizzo, intrecciato al contenuto in questo arco di tempo è poco persistente e con scarse tracce nel panorama educativo. Vengono elencate sette ragioni, invocate in tempi e circostanze differenti da illustri studiosi, che giustificano l'uso della storia. Secondo Mach, "Le indagini storiche non soltanto aiutano la comprensione dell'attuale sistematizzazione della scienza, ma anche lasciano intravedere nuove possibilità" per utilizzare le conoscenze acquisite. Scopriamo così la profonda influenza che Einstein riconosce di avere ricevuto dalla "Storia della Meccanica" di Mach.

Le argomentazioni riportate invogliano ad utilizzare notizie storiche per umanizzare la scienza e renderla più interessante per i nostri studenti. La storia può suggerire questioni ed esperimenti che aiutano gli studenti nel cambiamento concettuale rispetto alle idee diffusi che essi spesso si costruiscono: veniamo informati che il numero delle idee che noi insegnanti riteniamo sbagliate abbondano e circa 2500 pubblicazioni riguardano il loro studio! Si trovano spunti didattici interessanti sull'esperimento di Torricelli e sulle dispute che l'interpretazione dell'esperimento aveva al tempo generato e scopriamo che nomi illustri del passato avevano al proposito idee confuse; viene suggerito di utilizzare le stesse questioni in classe con i nostri studenti. Vengono anche riportate le critiche sull'uso della storia e l'Autore abilmente argomenta la difesa dell'uso della storia in classe, rispetto alle accuse di Klein e di Kuhn di distorcerla o di usarla in modo improprio.

Un intero capitolo è dedicato al moto del pendolo e la scelta di questo argomento è dovuta a diversi fattori. Innanzi tutto per la fondamentale importanza dell'analisi del moto del pendolo nella rivoluzione scientifica, ma anche perché questo argomento permette di comprendere le relazioni profonde tra esperimento, descrizione matematica e basi filosofiche, che caratterizzano un po' tutta la scienza moderna. Galileo, introducendo una descrizione geometrica per descrivere il moto circolare, è riuscito a vedere ciò che

Guidobaldo del Monte ed altri scienziati del tempo non furono in grado di vedere. Con grande abilità, dovuta anche alla profonda conoscenza dello studio del moto del pendolo (dello stesso Autore è il volume: *Time for Science Education. How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion can Contribute to Science Literacy*, Plenum-Kluwer, New York, 2000), viene richiamato il lavoro fatto da Galileo e l'opposizione che questi incontra circa l'isocronismo del moto. A giustificazione delle perplessità dei contemporanei è riportata la notizia che la ripetizione degli esperimenti fatta ai nostri giorni nelle condizioni sperimentali descritte da Galileo non dà i risultati che Galileo riporta. Un dibattito analogo a quello tra Galileo e del Monte si ripete spesso nella storia della scienza: viene menzionato come esempio il caso Millikan-Ehrenharft.

Il capitolo dell'influenza del costruttivismo sulla formazione scientifica è particolarmente illuminante. Vengono riportate le posizioni di vari studiosi e affermata l'intenzione dei metodi costruttivistici di trasformare l'apprendimento delle scienze. Però gli aspetti positivi dell'insegnamento basato sulla pratica del costruttivismo non richiedono come giustificazione né implicano l'accettazione delle tesi epistemologiche secondo le quali la conoscenza è attivamente costruita dal soggetto conoscente e non passivamente ricevuta dall'ambiente, e l'atto del conoscere è un processo di adattamento che organizza l'esperienza del soggetto. Viene considerata la teoria del più conosciuto esponente del costruttivismo radicale (il costruttivismo è un movimento eterogeneo: ne sono state individuate 13 varietà) riassunta in nove tesi epistemologiche e ontologiche che vengono sottoposte ad una critica articolata e, vorrei dire, costruttiva. In buona sostanza viene detto che gli aspetti positivi dei metodi di apprendimento attivo non implicano l'accettazione della teoria della conoscenza proposta dal costruttivismo e ciascuno di noi può far-

sene una ragione riflettendo sulla domanda: in quale misura il ragionamento scientifico è naturale? E la convinzione che sostiene i dieci capitoli di questo libro è che la scienza sia estranea al ragionamento naturale e non possa essere automaticamente compresa attraverso il confronto dell'individuo col mondo: "why Oresme, Leonardo, Buridan, Benedetti and all the other students of motion and observers of swinging pendulums in the Western and non-Western worlds did not see what Galileo is claimed to have seen" (p. 111) ?

Seguono altri tre capitoli su cosa è la scienza, sull'universalismo della scienza e sulla preparazione degli insegnanti. Qualche cenno al capitolo 8 è doveroso. Intanto il titolo: Che cosa è la scienza? Realismo ed empiricismo.

L'empiricismo, o positivismo, è una dottrina che confina la conoscenza al mondo dei fenomeni e dell'esperienza, mentre il realismo crede che lo scopo della scienza sia quello di postulare entità teoriche e di testare l'accuratezza di questi postulati. Veniamo condotti all'approfondimento e alla differenziazione di queste diverse impostazioni attraverso il continuo dibattito tra realisti e positivisti, da Platone e Aristotele fino alle considerazioni filosofiche dibattute ai giorni nostri. La lettura di questo coinvolgente capitolo mi ha molto arricchito: se entità teoriche abbandonate, quali le sfere celesti, il flogisto, ecc. sono di qualche imbarazzo per i realisti, certamente quelle che invece resistono nel tempo sono un problema per gli empiricisti. Entità quali atomi, molecole, geni, cromosomi, una volta previste teoricamente, sono oggi diventate osservabili.

Il volume è arricchito da circa 800 riferimenti bibliografici, alcuni dei quali susciteranno interesse negli insegnanti di chimica: le continue citazioni segnalano la profonda preparazione dell'Autore e il rigore del libro. Le moltissime informazioni riportate rendono questo libro importante e sicuramente utile a tutti coloro che insegnano una materia scientifica.

Per poter trasmettere e creare negli studenti una mentalità scientifica è necessario sapere che cosa sia una teoria scientifica e perché differisce da un modello, da una ipotesi o da una convinzione. Come pure è necessario conoscere quali processi portano una comunità scientifica a cambiamenti teorici; aver condotto una qualche riflessione sull'influenza dei fattori sociali, economici e politici sullo sviluppo della scienza e soppesato considerazioni etiche e morali riguardo a certi settori della ricerca, come ad esempio quello nucleare o della manipolazione genetica. Insegnare una disciplina scientifica significa anche introdurre gli studenti nell'apparato concettuale e procedurale della scienza. Se desideriamo che i nostri studenti apprezzino la nostra materia, è necessario avere un progetto più ampio degli argomenti stabiliti dal programma scolastico: è importante aiutare gli studenti ad apprezzare la scienza, i cambiamenti dei suoi metodi, la sua organizzazione, i metodi di prova delle teorie, le sue relazioni col resto della cultura e così via. In questo libro viene argomentato che per fare tutto ciò è necessario avere una qualche conoscenza della storia e della filosofia della scienza e queste conoscenze ci renderanno capaci d'insegnare la nostra materia in modo più coinvolgente. Avere un'idea dell'"essenza" della scienza è indispensabile a chi inizia ad insegnare, perché questa consapevolezza aiuta a strutturare il "contenuto pedagogico della conoscenza", ovvero permette di sopperire alla mancanza di esperienza.

Giusto per dare un assaggio al lettore dello spessore del testo, riporto la traduzione delle ultime righe: "I sistemi educativi hanno la responsabilità d'identificare e trasmettere il meglio della nostra eredità culturale. La scienza è una delle parti più importanti di questo patrimonio. La storia e la filosofia della scienza permettono agli insegnanti di comprendere meglio le proprie responsabilità professionali e sociali come parte di una grande tradizione di conquiste e orientamento culturale".

Liberato Cardellini



II Circolare



Università degli Studi di Cagliari

Divisione Didattica della Società Chimica Italiana
Sezione Sardegna della Società Chimica Italiana

III CONFERENZA NAZIONALE SULL'INSEGNAMENTO DELLA CHIMICA

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

CAGLIARI 24 - 25 - 26 OTTOBRE 2002

Istituto Tecnico Industriale "Michele Giua" Via Montecassino Cagliari

Segreteria organizzativa della Conferenza Nazionale

Kassiopea Group Srl Ufficio Congressi silviakassiopeagroup@tiscali.it

Via Mameli, 65 09124 - Cagliari

Tel +39 070 651242 Fax +39 070 656263 url:www.kassiopeagroup.com

Iscrizioni e prenotazioni alberghiere

La segreteria organizzativa curerà sia le iscrizioni che le prenotazioni alberghiere.

L'iscrizione sarà fatta via e-mail o fax compilando la scheda allegata, mentre per la prenotazione alberghiera è indispensabile contattare la segreteria nei seguenti orari: 9-13 e 15.30-19.00.

Alla prenotazione telefonica dovrà seguire l'invio della scheda allegata via e-mail o via fax previo pagamento della quota dovuta sul conto corrente bancario presso il : **Banco di Sardegna, agenzia 12 di Cagliari, CC 12260/0 ABI 1015 CAB 04812**

L'iscrizione senza prenotazione alberghiera può essere fatta anche all'apertura della Conferenza.

Quote di iscrizione

A) Soci insegnanti • 20, Soci Universitari • 80

B) Non Soci : Insegnanti • 30, Universitari • 110 (le quote si riducono come al punto A) se ci si associa alla Divisione di Didattica della SCI (per l'anno 2002) all'atto dell'iscrizione al Congresso

Viaggio

Per qualunque informazione rivolgersi alla segreteria organizzativa

Escursione

È possibile prolungare il soggiorno fino a domenica 27 ottobre per partecipare ad un'escursione a Nora e alle dune di Chia oppure alla Reggia Nuragica di Barumini.

Contributi orali e poster

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 è stabilita per il 15 settembre 2002*

I riassunti degli interventi e/o dei poster possono essere inviati per via informatica o per posta a:

M. Vittoria Massidda - Via Olbia,7 - 09125 Cagliari

e-mail: vmassidda@tiscalinet.it

Borse di Partecipazione

La Divisione Didattica della Società Chimica Italiana ha stabilito di assegnare 5 borse di partecipazione dell'importo di 250 • ciascuna, per un totale di 1250 •, a parziale copertura delle spese di viaggio e alloggio, destinate a insegnanti della scuola secondaria che presenteranno contributi orali. **107**

Il Comitato Scientifico si riserva di assegnare le borse scegliendo tra i contributi orali che perverranno entro il termine del 15 settembre in base a criteri incontestabili; la scelta, oltre ai criteri di qualità e trasferibilità dei lavori presentati, favorirà la varietà degli indirizzi scolastici e delle regioni di provenienza dei docenti.

Contributi per gli atti: *

I lavori completi devono essere consegnati all'atto della registrazione al Congresso o inviati prima dell'inizio del Congresso stesso per via informatica o su dischetto allo stesso indirizzo

*Le indicazioni riportate sono valide anche per i contributi POSTER, con le stesse scadenze.

Editing

Per facilitare il lavoro di editing si specifica che i riassunti e i lavori devono avere:

- a) Formato Word di qualsiasi tipo con figure e tabelle già inserite nel testo
- b) Carattere Times New Roman, corpo 12, spaziatura singola
- c) Titolo in maiuscolo bold, corpo 14, centrato
- d) Autori (cognome e nome) in bold, corpo 14, centrato
- e) Istituzione di appartenenza (con e-mail)
- f) Testo corpo 12, giustificato, margini destro sinistro alto basso 3 cm
- g) Nessuna numerazione di pagina
- h) Indirizzo e-mail o postale per le comunicazioni

Le tariffe alberghiere comprendono la prima colazione

Alberghi	categoria	Camera singola	Camera doppia	Camera tripla
Jolly Hotel Cagliari Circonvallazione Nuova Pirri 626 Tel. 070-52373 Fax. 070-502222	***	• 98,00	• 119,00	
Ulivi e Palme Via Bembo, 25 Tel. 070-485861 Fax. 070-486970	***	• 54,00	• 78,00	• 96
Caesar's Hotel Via Darwin, 2/4 Tel. 070-340750 Fax. 070-340755	****	• 100,00	• 145,00	
Hotel Calamosca sul mare Via Calamosca, 50 Cagliari Tel. 070-370252	***	• 47,00	• 73,00	
Italia Via Sardegna, 31 Tel. 070-660410 Fax. 070-650240	***	• 61,00	• 85,00	
Quattro Mori Via G.M. Angioy, 27 Tel. 070-668535 Fax. 070-666087	***	• 52,00	• 73,00	
Pensione Vittoria # Via Roma, 75 Tel. 070-657970 Fax. 070-667970 non è previsto il servizio di prima colazione	**	• 36,00/45,00	• 68,00	
Aurora # Salita Santa Chiara, 19 Tel. 070-658625	*	• 21,00	• 47,00	

non è previsto il servizio di prima colazione

Si segnala che il Jolly Hotel si trova nelle immediate vicinanze della sede della Conferenza, mentre l'Hotel Ulivi e Palme potrebbe offrire tariffe inferiori per un gruppo di almeno 20 persone, si potrà conoscere la disponibilità da parte dell'albergo entro il 10 settembre.

Programma di massima

Giovedì 24 ottobre

9.00 Registrazione dei partecipanti
10.00 Apertura del Congresso e saluti delle autorità

Inizio dei lavori

I Sessione: *Il ruolo centrale del “fare” nell’apprendimento della chimica, le esperienze delle scuole: esperimenti, progetti, mostre, reti collaborative...*

10.30 – 13.00 **Prof. Giacomo Costa**, Presidente della Divisione Didattica della Società Chimica Italiana, Università di Trieste
Prof.ssa M. Vittoria Massidda, ITAS “Deledda” di Cagliari, Presidente del comitato organizzatore DD/SCI *Relazione introduttiva sul senso della Conferenza*
Prof.ssa Rosarina Carpignano, Docente di chimica organica industriale dell’Università di Torino. *Il chimico Michele Giua, una professione come etica*
Prof. Pierluigi Riani, Università di Pisa.
La chimica, le altre scienze e il mondo moderno: progettazione di itinerari didattici per la secondaria di primo grado

II Sessione: *La chimica si confronta: punti di vista linguistici, epistemologici, etici*

15.00 – 19.00 **Prof.ssa Eleonora Aquilini**, ITC “C. Cattaneo” di San Miniato (PI), Vicepresidente della DD/SCI. *Il ruolo del linguaggio nella formazione scientifica*
Prof. Silvano Tagliagambe, Docente di Filosofia della Scienza, Università di Sassari, sede di Alghero
Dott. Giovanni Villani, Istituto per i processi chimico-fisici del C.N.R. di Pisa
Prof.ssa Cristina Lavinio, Università di Cagliari, Dipartimento di filologie e letterature moderne, Segretario nazionale Giscel
Prof. Luigi Cerruti, Docente di storia della chimica, Università di Torino.
Etica dell’ambiente

Venerdì 25 ottobre

Prosegue la I Sessione: *Il ruolo centrale del “fare” nell’apprendimento della chimica, le esperienze delle scuole: esperimenti, progetti, mostre, reti collaborative...*

9.00 – 11.30 **Prof.ssa Nencini**, insegnante di Scuola elementare CIDI Firenze
I fenomeni chimico-fisici
Spazio aperto al contributo di un docente della Scuola Secondaria di 1° grado o Superiore
Spazio aperto al contributo di un docente della Scuola Secondaria di 1° grado o Superiore
Prof. Mario Branca, Dipartimento di Chimica dell’Università di Sassari, SSIS Sardegna

11.30– 13.00 **Sessione Poster**

15.00 **Prof.ssa Fausta Carasso Mozzi**, CIRED, Venezia.
L’argomentazione
Spazio aperto al contributo di un docente della Scuola Secondaria di 1° grado o Superiore
Spazio aperto al contributo di un docente della Scuola Secondaria di 1° grado o Superiore

16.30 – 19.00

Tavola Rotonda *Il rapporto Università – Scuola nella formazione degli insegnanti dell’area scientifica.*

Coordina **Prof. Sergio Torrazza**, Direttore della Sezione di Cagliari della SSIS Sardegna.
Partecipano : **Prof. Ferdinando Arzarello**, Dipartimento di Matematica dell’Università di Torino, Direttore della SSIS Piemonte,
Prof. Roberto Crnjar, Preside della Facoltà di SS.MM.FF. e responsabile dell’ Area Orientamento in itinere dell’Università di Cagliari, Dipartimento di Biologia Sperimentale
Prof. Giuseppe Mezzorani, Dipartimento di Fisica dell’Università di Cagliari
Prof. Fabio Olmi, Liceo Scientifico “L. Da Vinci” di Firenze, Docente della SSIS Toscana
Prof. Sandro Torrioni, Presidente della Conferenza dei Consigli di Corso di Studi in Chimica, Università di Bologna

Sabato 26 ottobre

III Sessione: *La chimica crea problemi o propone soluzioni?*

9.00 – 12.45 **Dott. Mauro Marchetti**, Direttore dell’Istituto per l’Applicazione delle Tecniche Chimiche Avanzate ai Problemi Agrobiologici, CNR di Sassari
Prof. Luigi Massidda, Dipartimento di Ingegneria chimica e dei materiali dell’Università di Cagliari
Spazio aperto al contributo di un docente della Scuola Secondaria Superiore a indirizzo chimico
Prof. Efisio Scano, Tecnologo alimentare e docente della Scuola media di Samassi
Dott. Franco Spissu, Presidente dell’ordine dei chimici di Cagliari, Oristano e Nuoro
Relazione sull’editoria scolastica
Federchimica
12.45 – 13.00 *Relazione conclusiva e Chiusura dei lavori*