

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

# Cns

LA CHIMICA NELLA SCUOLA



SI PUÒ FARE A MENO  
DEGLI ORBITALI?

UN ESEMPIO DI  
DIDATTICA PER PROGETTI

OLIMPIADI  
DELLA CHIMICA

ASSEMBLEA NAZIONALE  
DIVISIONE DI DIDATTICA



Anno XXV  
Settembre - Ottobre 2003

**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: pasquale.fetto@cunibo.it

**Comitato di redazione**

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

**Comitato Scientifico**

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

**Editing**

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

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

**Abbonamenti annuali**

Italia • 50 - Paesi extracomunitari • 62  
Fascicoli separati Italia • 12  
Fascicoli separati Paesi extracomunitari • 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 snc  
S. Giorgio di P. (BO) - Tel. 0516650024

## SOMMARIO

### EDITORIALE

Vale la pena continuare a ricordarsi?  
di **Paolo Edgardo Todesco** **101**

Uno sguardo al futuro  
di **Giacomo Costa** **102**

### DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

Gli orbitali sono necessari nell'insegnamento della chimica di base?  
di **Paolo Mirone** **103**

Le rappresentazione dei concetti scientifici per una didattica chimica in età precoce  
di **Ermanno Niccoli** **108**

Formazione scientifica in rete  
di **Gianni Michelin** **117**

### COMUNICAZIONI BREVI

Breve nota sul concetto di orbitale  
di **Giovanni Villani** **123**

### LABORATORIO E DINTORNI

La didattica per progetti nella scuola secondaria: caratterizzazione chimico fisica e consolidamento dello stucco forte veneziano  
di **Rossella Grassi, Luigi Dei, Rodorico Giorgi** **125**

### OLIMPIADI DELLA CHIMICA

Successo della rappresentativa Italiana alle Olimpiadi della Chimica  
di **Mario Anastasia** **129**

### RUBRICHE

DALLA DIVISIONE  
Assemblea dei Soci *convocazione* **124**

UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA **132**  
Uno sguardo dalla panchina  
di **Ermanno Niccoli**

ACHILLE E LA TARTARUGA **133**  
Minerva  
di **Francesca Turco**

ATTIVITÀ DELLA DIVISIONE  
Verbali e relazione del Presidente **135**

RECENSIONI **139**

LIBRI **122-131**

## Vale la pena continuare a ricordarsi?

Proprio in questi giorni ho festeggiato il mio settantesimo compleanno e mi capita spesso di essere assalito da una quantità incredibile di ricordi, di sensazioni, di attimi di vita vissuta che sembrano anche oggi incredibilmente veri, come se le vicende che vedo nella mente fossero del tutto attuali, come se si svolgessero ora, mentre sto scrivendo.

Probabilmente è uno dei tanti disturbi dell'età; bisogna aver pazienza con questi vegliardi, talvolta un po' rincretiniti. E in questi giorni mi è tornata alla mente una giornata estremamente lontana da noi, il 10 giugno 1940: avevo solo sei anni e mezzo, ma ero del tutto cosciente di quello che stava succedendo, arrivava da Roma una voce attraverso la radio, una voce maschia e stentorea che proclamava la necessità di entrare in guerra. E la cosa paradossale era che la voce non era sola a parlare ma era frequentemente interrotta da boati e clamori della folla che sia a Roma, sia nelle altre città collegate con la radio, inneggiava unanime alla fatale necessità di iniziare finalmente la guerra.

Fra una frase e l'altra che giungeva dalla radio io scambiavo qualche parola con mio padre, tutti noi eravamo increduli e spaventati dal fatto che ci fosse tanta gente convinta a entrare in guerra, a essere felice di farlo e a correre spensieratamente verso un futuro che poi si dimostrò terribile per tutti e da cui uscimmo a fatica, molti di noi dopo aver patito sofferenze irraccontabili, e molti altri morirono. E spesso nei tempi successivi mi domandavo come era stato possibile che tanta gente fosse stata condotta su una strada senza uscita, felice di esservi condotta, vere pecore al macello.

È vero che noi di famiglia ebrea ci eravamo accorti già due anni prima che il nostro governo, apparentemente così efficiente e lanciato verso un futuro migliore, era anche capace di orribili errori, come quello di cacciare dall'Università e buttare sulla strada un giovanotto emergente com-

mio padre. Lui da commesso di negozio, frequentando i corsi serali di fisica per i reduci, era diventato professore di fisica sotto la guida di Augusto Righi e Quirino Maiorana e aveva fatto della ricerca e dell'insegnamento la spinta portante della sua vita. Il cacciarlo e spezzare la sua vita e i suoi ideali, a parte i problemi finanziari di una famiglia di otto persone senza più uno stipendio, era un fatto criminale e senza alcuna giustificazione. Ma allora, come ho già descritto in un articolo uscito su questa rivista un po' di tempo fa, il fatto che il governo facesse cose ingiuste non diede fastidio a nessuno e così il famoso 10 giugno quasi tutta la popolazione si trovò ad approvare una decisione che era assolutamente contro i propri interessi e gli interessi dell'Italia più in generale. Finita la guerra, che il fascismo fosse stata una strada sbagliata era chiaro a tutti, anche agli stessi fascisti, e per molti anni si andò avanti chiedendosi come mai il popolo italiano fosse stato così pazzo da applaudire la dichiarazione di guerra del 10 giugno.

Il fatto è che allora il regime aveva il controllo completo dell'opinione pubblica, ottenuto attraverso la radio, il cinema e i giornali, e ci vollero gli orrori della guerra per aprire gli occhi al pubblico e fargli capire che il regime era stato orrendo.

Sono quindi stato molto colpito dalla notizia che secondo l'attuale Presidente del Consiglio il fascismo sarebbe stato, tutto sommato, una esperienza positiva. Evidentemente lui si è già dimenticato degli anni dal '38 al '45 quando il fascismo mostrò il suo vero volto, e cerca di ricostruirne un aspetto presentabile perché altrimenti si vergognerebbe di essere un italiano che ha avuto un capo come Mussolini. E lo giustifica dicendo che in fondo non ha mai ammazzato nessuno. Si dimentica ovviamente dei gas asfissianti usati dal fascismo durante la campagna in Africa ben prima della seconda guerra mondiale, si dimentica delle persone dell'opposizione uccise da sicari

come Matteotti e molti altri, si dimentica di troppe cose, si dimentica delle centinaia di migliaia di morti in guerra per sua responsabilità, molti dei quali erano stati in piazza ad applaudire il 10 giugno. Il Presidente del Consiglio per la posizione che occupa non se ne può dimenticare e per que-

sto, per ricordare ai giovani cosa è veramente stato il fascismo, ho pensato di scrivere questo editoriale che non parla dell'insegnamento della chimica ma racconta cose estremamente importanti per la formazione dei giovani e dei meno giovani che leggono questo giornale.

## UNO SGUARDO AL FUTURO

di Giacomo Costa *Presidente della Divisione di Didattica*

La crisi della chimica, come scienza nell'immagine pubblica e come disciplina nella scuola, non è che un aspetto, forse il più evidente, di un fenomeno ben più grave: la crisi del pensiero scientifico. Il fenomeno è rivelato, ormai da anni, dal drammatico calo delle iscrizioni ai corsi di laurea nelle discipline scientifiche sperimentali di base,

Dobbiamo analizzare i motivi per i quali esso è accompagnato da un crescente interesse alle suggestioni visive e semplificatrici della divulgazione scientifica, nei programmi televisivi, nei musei della scienza, in molte iniziative extra scolastiche.

I nostri giovani sembrano fare a meno del pensiero scientifico sostituendolo con le suggestioni visive della divulgazione, nei programmi televisivi, nei musei della scienza, in molte iniziative di organizzazioni extra scolastiche. Le conseguenze dell'impovertirsi della preparazione scientifica sono gravi per il degrado culturale, per l'indebolirsi dello spirito critico, per l'inaridirsi delle capacità inventive.

Contro la deriva culturale è necessario sostenere che il mantenimento di una cultura scientifica significa anche difesa della ragione come unico strumento universale di conoscenza. Questa difesa dovrà ispirarsi, sul piano pedagogico, all'approccio culturalista dell'educazione, tenendo presente che "l'educazione non è un'isola ma fa parte del continente della cultura" (J. Bruner). Questa prospettiva è presente anche nel pensiero di E. Morin, quando esamina le conseguenze che ricadono sulla funzione della scuola dall'evoluzione della nostra cultura. Egli osserva

infatti una inadeguatezza sempre più ampia, profonda e grave tra i nostri saperi disgiunti, frazionati, suddivisi in discipline e la realtà dei problemi che sono invece sempre più poli disciplinari, trasversali, multi dimensionali, globali, planetari. Afferma che questa situazione pone alla scuola una sfida che si può vincere solo con una "riforma di pensiero che consenta il pieno impiego dell'intelligenza"

Ritengo perciò che dovremo prendere in esame, sotto il profilo pedagogico e psico pedagogico, i cambiamenti che si sono prodotti nel contesto culturale negli ultimi venti o trenta anni e verificare la validità delle premesse assunte dalla scuola di Bruner, rispetto alla situazione culturale nella quale si trovano i giovani d'oggi.

Quello che si conosce dei "profili educativi, culturali e professionali dello studente..." e nelle "Indicazioni nazionali per i Piani di studio..." alla fine del primo e del secondo ciclo scolastico, nell'attuale progetto di riforma, fa temere che una cultura umanistica senza il supporto del rigore logico del pensiero scientifico, crei facili prede di suggestioni emotive ed irrazionali mentre una preparazione tecnica che produca meri esecutori non aiuta il progresso scientifico e tecnologico.

Il contributo che la Divisione di Didattica Chimica della SCI può dare, nell'ambito delle sue competenze, alla difesa del pensiero scientifico, sta nel rendere più efficace l'insegnamento della chimica, proprio perché la chimica è una chiave di lettura, un linguaggio indispensabile per la comprensione dell'universo.

La chimica è, fra i giovani d'oggi, la meno gradita fra le scienze sperimentali di base perché i modelli, astratti e talvolta contro intuitivi, che descrivono la sua partecipazione in ogni processo naturale e tecnologico a livello degli atomi e delle molecole, sono di gran lunga meno "percepiti" dei modelli della fisica (classica) o dei paradigmi delle scienze della vita e della terra. E senza questa percezione la chimica è nozionismo arido e fenomenologia incomprensibile.

L'uso delle moderne tecnologie dell'e-learning non modifica ancora la esclusività del metodo simbolico nella formazione scientifica. In progetti come quello della formazione a distanza organizzato da INDIRE si seguono a distanza ed in tempo reale per lo più i processi tradizionali di insegnamento simbolico.

La correzione alle insufficienze dell'apprendimento su testi o con lezioni frontali dovrebbe essere trovata invece passando ove è necessario all'apprendimento percettivo - motorio (F. Antonucci). Sul piano pratico si tratta di aprire la didattica all'insegnamento "percettivo" per i primi livelli scolastici e al metodo esperienziale anche per i livelli didattici superiori. Il laboratorio è il luogo insostituibile in cui la percezione si realizza. Esso non serve infatti a dimostrare la validità di leggi enunciate "prima" dell'esperimento ma a guidare l'allievo dall'osservazione e analisi del fenomeno e alla costruzione del modello di interpretazione. Il nostro sforzo deve quindi essere oggi concentrato sulla ricerca di nuove vie per questo approccio guidato, diverse per ogni livello di istruzione e formazione.

## GLI ORBITALI SONO REALMENTE NECESSARI NELL'INSEGNAMENTO DELLA CHIMICA DI BASE?

PAOLO MIRONE (\*)

*Il presente articolo è basato su una relazione presentata all'XIII Congresso Nazionale della Divisione di Didattica tenutosi a Torino dal 22 al 26 giugno nell'ambito del Congresso Nazionale della SCI "SCI2003".*

Circa quarant'anni or sono gli orbitali atomici fecero il loro ingresso nei testi di chimica generale per l'università e poi, nel corso degli anni settanta, si diffusero nei testi di chimica per le scuole secondarie superiori: nel 1980 un'indagine su 19 libri di testo pubblicati o riediti fra il 1968 e il 1979 rivelò che soltanto uno non menzionava gli orbitali [1].

Le ragioni di questa rapida fortuna sono da ricondurre alla convinzione, diffusa fra gli insegnanti di chimica, che gli orbitali siano indispensabili per un insegnamento moderno della disciplina, in particolare per descrivere la struttura elettronica dell'atomo e per spiegare il legame covalente e la geometria molecolare. Ma quanto era fondata questa convinzione?

Per rispondere a questa domanda bisogna innanzitutto ricordare l'origine del termine *orbitale*. Esso è stato introdotto nel 1932 da Robert Mulliken come abbreviazione dell'espressione "funzione d'onda orbitale monoelettronica". Questa espressione rivela che *orbitale* è un termine tecnico della meccanica quantistica nella sua versione ondulatoria: la *funzione d'onda* è quella che si ottiene risolvendo l'equazione di Schroedinger per l'atomo di idrogeno, ed è *monoelettronica* in quanto dipende dalle coordinate spaziali di un unico elettrone; è detta *orbitale* perché descrive - ovviamente in termini quantistici - il moto dell'elettrone intorno al nucleo; infine l'uso del termine *funzione d'onda* è giustificato dal fatto che essa si comporta come l'ampiezza di un'onda, nel senso che come due onde propagantisi in un mezzo interferiscono per dare origine a un'onda la cui ampiezza è la risultante vettoriale delle ampiezze delle prime due, così due funzioni d'onda possono combinarsi

si generando una nuova funzione d'onda data dalla loro somma algebrica.

A parte il caso dei sistemi monoelettronici come l'atomo di idrogeno, nel quale l'equazione di Schroedinger può essere risolta esattamente, gli orbitali hanno sempre un carattere approssimato in quanto, essendo funzioni delle coordinate di un singolo elettrone, possono tenere conto solo in modo grossolano delle repulsioni elettrostatiche dovute agli altri elettroni dell'atomo.

Gli orbitali hanno il carattere di ampiezze d'onda, ma non si tratta di onde fisiche: infatti tali ampiezze sono rappresentate in generale da numeri complessi. Ciò che ha un significato fisico è il quadrato del modulo dell'ampiezza d'onda, che è sempre un numero reale proporzionale alla probabilità di trovare l'elettrone nella posizione considerata.

### **Travisamento del concetto di orbitale nella didattica**

L'introduzione degli orbitali nell'insegnamento della chimica di base a livello sia secondario che universitario ha costituito una singolare anomalia didattica: si è preteso di presentare un concetto tipicamente quantistico, e come tale controintuitivo, a studenti privi di qualsiasi conoscenza, sia pure rudimentale, dei principi fondamentali della meccanica quantistica. Per avere un'idea dell'assurdità di tale operazione si può immaginare un docente di matematica che voglia insegnare le derivate senza aver prima spiegato il concetto di limite.

In queste condizioni era inevitabile che il concetto di orbitale subisse delle distorsioni, non solo e non tanto nella sua comprensione da parte degli studenti, quanto per effetto dei tentativi degli insegnanti e degli autori dei libri di testo di renderlo in qualche modo accessibile.

Fra i 19 testi dell'indagine citata soltanto uno riconosceva il carattere matematico dell'orbitale, mentre tre la-

sciavano il concetto nel vago (pur presentandone le consuete rappresentazioni grafiche), due consideravano il termine *orbitale* come sinonimo di *orbita*, tre come sinonimo di *nube di carica* e infine nove, cioè la metà dei testi che nominavano l'orbitale, lo definiva, con un'espressione destinata a divenire popolare, come "la regione dello spazio in cui è grande la probabilità di trovare l'elettrone" [1].

Ma anche nei testi per l'università la natura dell'orbitale veniva e spesso viene tuttora lasciata nel vago oppure travisata. Il primo caso è quello degli autori che non tentano neppure di darne una definizione e introducono il termine *orbitale* quasi di soppiatto, come nei due esempi seguenti, tratti entrambi da testi americani:

*Gli elettroni che hanno gli stessi valori di n, l e ml occupano lo stesso orbitale. Lo spazio intorno a ogni nucleo può essere descritto in termini di regioni dette orbitali.*

Il secondo caso, molto più frequente, è quello degli autori che riducono l'orbitale a una particolare distribuzione spaziale di probabilità, cioè di densità elettronica, favorendo così la confusione fra orbitali e nubi elettroniche. Gli esempi che seguono rappresentano diverse varianti di questo modo di concepire gli orbitali:

*La descrizione completa della probabilità di trovare l'elettrone in vari punti dello spazio è detta orbitale.*

*Gli orbitali s, p, d, f hanno forme e orientamenti che indicano dove e come gli elettroni sono più probabilmente distribuiti.*

*Il termine orbitale è entrato nell'uso comune per designare un livello energetico associato a una particolare distribuzione di probabilità.*

*Non possiamo chiamare orbite queste nuvole di probabilità elettronica; per mantenere il parallelismo con la teoria precedente (presumibilmente quella di Bohr-Sommerfeld), esse sono chiamate orbitali.*

La confusione fra orbitali e nuvole elettroniche che traspare o quantomeno è

(\*) Dipartimento di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia



suggerita da queste definizioni nasconde il carattere fondamentale dell'orbitale, cioè quello di rappresentare non una probabilità ma un'ampiezza d'onda, legata alla probabilità da una relazione quadratica. Questa confusione porta alla conseguenza paradossale di spiegare la formazione del legame covalente come effetto della compenetrazione fra due nuvole di carica negativa che invece dovrebbero respingersi (in realtà per la formazione del legame covalente è necessario che i due orbitali interferiscano costruttivamente, cioè le loro ampiezze si sommino così che il passaggio dall'ampiezza alla probabilità mediante l'elevazione al quadrato crei al centro del legame una concentrazione di carica negativa che compensa la repulsione fra i due nuclei).

Un altro aspetto degli orbitali che ha generato ulteriore confusione è l'ibridazione (o ibridizzazione che dir si voglia). Molti testi si limitano a descriverla vagamente come un mescolamento o combinazione fra orbitali, ma alcuni ne parlano come se si trattasse di un vero e proprio fenomeno fisico, come mostrano i seguenti esempi tratti da due testi universitari americani:

*Mescolando gli orbitali atomici originali si possono formare orbitali speciali con un processo chiamato ibridizzazione... l'atomo di carbonio subisce una ibridizzazione  $sp^3$ ... gli orbitali atomici del carbonio sono trasformati in modo da poter accettare la migliore sistemazione degli elettroni.*

*Pauling suggerì che l'avvicinamento di atomi H a un atomo di C isolato provoca un riarrangiamento dei quattro orbitali s e p del carbonio. Cioè, gli orbitali dell'atomo di C si ibridizzano. Dunque, se è vero ciò che affermano gli autori del secondo testo, il primo a travisare la natura dell'ibridizzazione sarebbe stato Linus Pauling, uno dei padri fondatori della chimica quantistica. Pauling stesso sembra confermare questa interpretazione con una frase che si legge nel suo classico libro sulla natura del legame chimico:*

*Ci aspettiamo che questa ibridazione abbia luogo (take place) affinché l'energia del legame possa essere massima [2].*

Merita infine di essere citata la rara eccezione del testo di chimica generale di Petrucci e Harwood, che affermano chiaramente:

**104** *L'ibridizzazione non è un fenomeno fisico reale. Non è possibile osservare variazioni della distribuzione della*

*carica elettronica da quella degli orbitali puri a quella degli orbitali ibridi [3].*

Infatti, come ha spiegato Coulson [4], "non è lecito credere che l'ibridazione rappresenti un "fenomeno" reale, non più di quanto la risonanza fra differenti strutture come la covalente e la ionica di un legame polare può essere chiamata un "fenomeno".

Infine un punto sul quale nessuno dei testi di chimica generale di mia conoscenza - neppure fra quelli che definiscono correttamente il concetto - si pronuncia in maniera esplicita è quello della non osservabilità degli orbitali (vedi appendice). Probabilmente ciò è dovuto alla considerazione che questo aspetto non sia rilevante ai fini dell'insegnamento della chimica al primo anno di università e al timore di complicare ulteriormente un argomento non facile. Ma l'esperienza insegna che sono ben rari i docenti dei corsi successivi che si preoccupano di approfondire i fondamenti concettuali della propria disciplina. Le conseguenze di questa carenza si fanno sentire, come ha mostrato un recente episodio che riguarda il campo della ricerca.

#### **"Orbitals observed"**

Questo "strillo" in caratteri cubitali compariva sulla copertina del numero di *Nature* del 2 settembre 1999 in cui era pubblicato un articolo intitolato "Direct observation of d-orbital holes and Cu-Cu bonding in  $Cu_2O$ " [5]. L'articolo riferisce i risultati di uno studio, mediante diffrazione elettronica e di raggi X, della distribuzione degli elettroni nella cella elementare della cuprite ( $Cu_2O$ ). Gli autori presentano i loro risultati sotto forma di una mappa in falsi colori ottenuta sottraendo dalla densità elettronica osservata sperimentalmente quella calcolata teoricamente per l'ipotetico cristallo di cuprite costituito da ioni sferici  $Cu^+$  e  $O^{2-}$ . La mappa mostra in corrispondenza delle posizioni degli atomi di rame delle differenze negative che danno luogo a figure abbastanza somiglianti alla forma dell'orbitale  $d_{z^2}$  comunemente rappresentata nei libri di testo.

Gli autori commentano così questo risultato:

*"La corrispondenza fra la nostra mappa sperimentale e i classici diagrammi degli orbitali  $d_{z^2}$  riportati nei libri di testo è sorprendente. Tutte le nostre mappe mostrano forti distribuzioni di carica non sferiche intorno agli atomi di rame, con la caratteri-*

*stica forma degli orbitali d."*

Qui la distinzione tra i concetti di orbitale e di nuvola (o distribuzione) di carica è sufficientemente chiara e non si parla di osservazione di orbitali. Naturalmente le nuvole di carica possono assumere le forme più varie e non c'è nessuna legge che vieti loro di assumere in casi particolari una forma più o meno somigliante a quella di un orbitale. Ma questo non autorizza a confondere i due concetti e a parlare di osservazione diretta della forma di un orbitale. Viceversa è proprio questo che avviene nell'editoriale - intitolato alquanto fantasiosamente "Electrons seen in orbit" [6] - il sottotitolo del quale suona così:

*"La classica forma degli orbitali elettronici è stata ora osservata direttamente".*

Nel corpo dell'editoriale si legge poi:

*"Per la prima volta la peculiare forma degli orbitali elettronici viene rivelata sperimentalmente. L'articolo di Zuo et al. è degno di nota perché la qualità delle loro mappe di densità di carica permette di riprendere per la prima volta un'immagine sperimentale diretta della complessa forma dell'orbitale  $d_{z^2}$ ."*

La notizia della "osservazione sperimentale diretta" della forma degli orbitali ebbe un'ampia risonanza sulla stampa divulgativa. In Italia *Le Scienze* pubblicò nella rubrica *Scienza e Società* la mappa a colori dell'articolo originale, con un commento intitolato "Orbitali molecolari con vista" che dapprima informava che "le nubi elettroniche non solo esistono ma, sorprendentemente, si possono anche osservare" (affermazione ineccepibile, a parte la sorpresa) e poche righe sotto aggiungeva:

*"Come si osserva (sic) nell'immagine a fianco, i nuclei di rame (che non sono mostrati) sono situati al centro degli orbitali elettronici ombreggiati in rosso e in blu" [7]. Poiché la didascalia della figura si apre con le parole "Una delle straordinarie fotografie delle nubi elettroniche nella cuprite", si può dire che la confusione fra i concetti di orbitale e di nube elettronica si risolve qui in una completa identificazione.*

*La Chimica nella Scuola* fu probabilmente il primo giornale che cercò di ristabilire la verità con un breve commento, intitolato "Orbitali con svista", in cui si sosteneva che "a un singolo orbitale non si può far corrispondere alcun ente fisicamente osservabile. L'unico ente suscettibile di osservazio-

ne diretta è la nuvola elettronica formata da tutti gli elettroni di un atomo (isolato) o di una molecola o... della cella elementare di un cristallo" [8]. Qualche mese più tardi apparve sul *Journal of Chemical Education* un articolo di Eric Scerri [9] che ribadiva la natura di costrutti matematici degli orbitali e contestava la confusione (conflation) fra i termini *orbitale* e *densità elettronica* fatta dalla redazione di *Nature*. La seguente citazione riassume efficacemente la tesi centrale dell'articolo di Scerri: "Secondo la teoria attualmente accettata, gli orbitali atomici servono unicamente come set di base - cioè come tipi di sistemi di coordinate che possono essere usati per sviluppare matematicamente la funzione d'onda di un sistema fisico. Proprio come il sistema di coordinate  $x, y, z$  usato per descrivere un particolare esperimento di fisica classica non è osservabile, così anche gli orbitali atomici sono completamente inosservabili, anche in linea di principio".

In conclusione, l'episodio nato dagli incauti commenti dei redattori di *Nature* ha mostrato che non solo negli ambienti dell'insegnamento, ma anche in quelli dell'editoria scientifica esiste una diffusa tendenza a confondere le nozioni di orbitale e di nube elettronica; e due articoli apparsi recentemente su prestigiose riviste con i titoli "Raffigurazione (*Imaging*) delle funzioni d'onda elettroniche di livelli energetici quantizzati in nanotubi di carbonio" [10] e "Vedere gli orbitali molecolari" [11] inducono a sospettare che tale confusione si stia diffondendo anche nel mondo della ricerca.

### Esiste un'alternativa agli orbitali?

La precedente rassegna, anche se sicuramente incompleta\*, mostra che nei suoi settant'anni di vita il concetto di orbitale ha subito, talvolta anche ad opera di qualche "addetto ai lavori", vari travisamenti e distorsioni: cosa che non dovrebbe stupire eccessivamente, in quanto l'orbitale è un concetto proprio della meccanica quantistica, disciplina ben nota per essere intrinsecamente controintuitiva.

Da ciò dovrebbe seguire come ovvia conseguenza che qualsiasi discorso didattico sugli orbitali esige come prerequisito almeno la conoscenza dei primi rudimenti della meccanica quantistica, cosa che difficilmente può darsi prima del secondo semestre universitario. Altrimenti il risultato inevi-

tabile sarà un incremento della confusione di idee degli studenti. Perciò i docenti delle scuole secondarie dovrebbero (anzi, avrebbero dovuto da tempo) chiedersi seriamente se non sia il caso di bandire del tutto gli orbitali dal loro insegnamento, tanto più che a questo livello scolastico si corre il rischio che oltre ai travisamenti già passati in rassegna si arrivi a una vera e propria materializzazione del concetto (ricordo un libro di testo - ma è probabile che non fosse il solo - che chiamava l'orbitale "la casa dell'elettrone").

Immagino che questo discorso potrà scandalizzare qualche insegnante, che si chiederà come sia possibile trattare altrimenti la struttura dell'atomo e la geometria molecolare. In realtà esiste una valida alternativa, concettualmente più semplice e, almeno in buona parte, fondata su dati sperimentali di non difficile interpretazione.

Nei libri di testo attuali gli orbitali entrano in scena quando si comincia a trattare la struttura elettronica dell'atomo. Questa struttura presenta due aspetti: quello della distribuzione radiale degli elettroni e quello della loro distribuzione angolare. Il primo aspetto può essere affrontato partendo dai valori sperimentali delle energie di progressiva ionizzazione degli elementi: il grafico delle radici quadrate di tali energie in funzione del numero atomico suggerisce immediatamente il modello a gusci (o a strati che dir si voglia) a chiunque possieda un minimo di conoscenze di fisica (Fig. 1) [12, 13].

L'aspetto della distribuzione angolare degli elettroni non ha un grande interesse nell'atomo isolato, ma viene in primo piano quando si deve affrontare il problema della geometria molecolare. La risposta che il metodo basato sugli orbitali dà a questo problema non è del tutto soddisfacente: infatti, usando orbitali ibridi opportunamente scelti, è sempre possibile razionalizzare (cioè giustificare a posteriori) una geometria molecolare già determinata sperimentalmente; ma, a meno di calcoli laboriosi, non è possibile prevederla a priori. In breve, con gli orbitali si mostra

che la molecola del metano può, ma non che deve essere tetraedrica.

Viceversa, mediante il modello VSED (Valence Shell Electron Domains)\*\*, è possibile prevedere in maniera semplice e accurata la geometria della maggior parte delle molecole (fanno eccezione le molecole con legami a carattere quasi ionico come  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{CaF}_2$  e varie molecole aventi come atomo centrale un elemento di transizione [14]). Ormai questo modello dovrebbe essere abbastanza conosciuto, poiché già nel 1994 è stata pubblicata la traduzione italiana del libro *The VSEPR model of molecular geometry* di Gillespie e Hargittay [15]. Inoltre La Chimica nella Scuola ha pubblicato pochi anni fa due articoli che descrivono il modello e la sua evoluzione [16, 17] e qualche libro di testo più aggiornato lo presenta - magari in caratteri più piccoli - come alternativa all'immane "modello a orbitali".

In realtà il modello VSED è nettamente preferibile sia per la capacità esplicativa (si provi a spiegare le geometrie delle molecole dei tre fluoruri dello xenon col modello VSED e con quello a orbitali), sia per la semplicità di applicazione, sia per l'assenza di elementi errati o gravemente fuorvianti che invece sono spesso presenti nelle presentazioni correnti del "modello a orbitali".

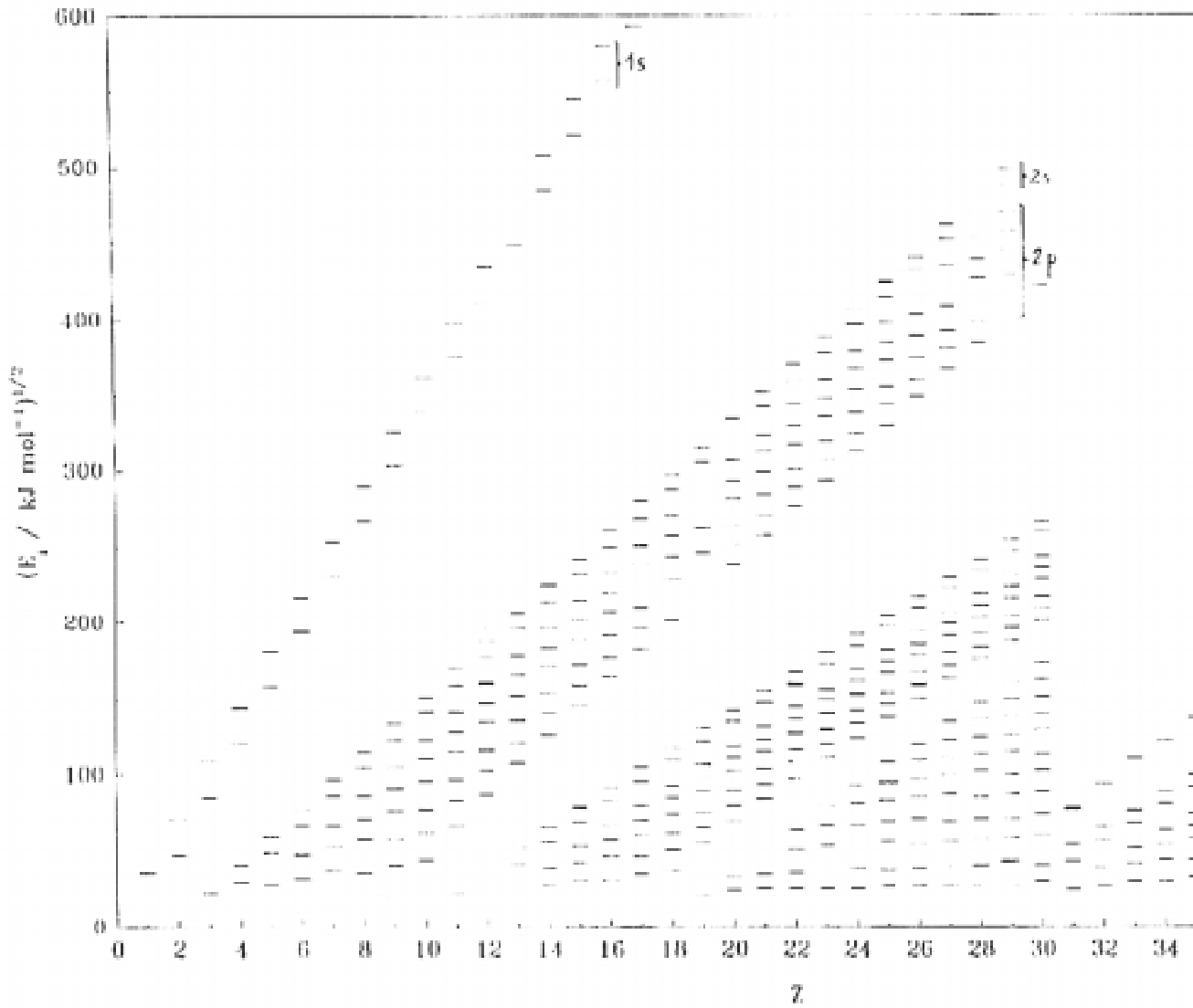
Queste considerazioni valgono non solo per i corsi di chimica per le scuole secondarie superiori, ma anche per il corso di chimica generale e inorganica per il primo anno universitario. Infatti in tale corso non c'è (o almeno non dovrebbe esserci) nessun argomento per il cui svolgimento siano necessari gli orbitali.

### Appendice: Perché non si può parlare di osservabilità degli orbitali

Nei sistemi a più elettroni è possibile calcolare il valore della probabilità di trovare un elettrone per ogni punto dell'atomo o della molecola sommando le probabilità dovute a tutti gli orbitali occupati, e quindi disegnare una mappa della densità elettronica dell'atomo o

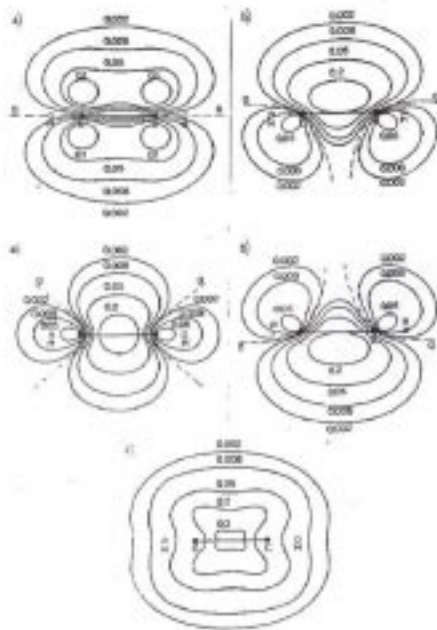
\* Sono stati esaminati 22 testi di chimica generale, di cui 7 di autori italiani, 14 di autori statunitensi e uno di autori canadesi. Quelli che presentano il concetto di orbitale in maniera soddisfacente sono risultati soltanto 8, di cui 5 di autori italiani.

\*\* Questo è il nome adottato per il modello già denominato VSEPR (Valence Shell Electron Pairs Repulsion) dopo che si è riconosciuto che il fattore determinante agli effetti della geometria molecolare non è tanto la repulsione elettrostatica fra i doppietti elettronici quanto il principio di esclusione di Pauli, in virtù del quale due elettroni dello stesso spin tendono a stare lontani l'uno dall'altro; questo non per effetto di qualche nuova forza che si aggiunge alla repulsione elettrostatica, ma come conseguenza della forma matematica della funzione d'onda di un sistema di due o più elettroni.



**Fig.1.** Il grafico mostra, su una scala lineare nella radice quadrata, i valori sperimentali conosciuti delle energie di progressiva ionizzazione dei primi 42 elementi. Per ragioni di spazio le energie relative ai due elettroni del guscio più interno sono mostrate solo per i primi 16 elementi.





**Fig. 2. Due descrizioni alternative del doppio legame C=C nella molecola dell'etilene.**

In a) e a') sono mostrate, mediante linee che uniscono punti di uguale densità, le distribuzioni elettroniche nei legami  $\pi$  e  $\sigma$ ; in b) e b') le distribuzioni nei due legami "a banana";

in c) la distribuzione risultante dall'insieme dei due orbitali molecolari ( $\pi$  e  $\sigma$  o le due "banane"): il risultato è lo stesso quale che sia la descrizione adottata per i singoli orbitali molecolari.

Tutti le mappe si riferiscono a un piano perpendicolare al piano molecolare e passante per i nuclei di carbonio. Si noti che la mappa c) non è la mappa di densità totale di  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  perché non si è tenuto conto dei contributi degli orbitali che formano i quattro legami C-H e di quelli del guscio più interno.

La figura è riprodotta con autorizzazione dal volume *Strutture molecolari* di J. Tomasi, Loescher Editore, Torino, 1980.

della molecola e confrontarla con una mappa ottenuta per via sperimentale. Ma questo confronto è possibile solo per la densità elettronica totale, cioè dovuta a tutti gli elettroni dell'atomo o della molecola, non per i contributi dei singoli orbitali, perché nessuna tecnica sperimentale è in grado di distinguere fra tali contributi.

Poiché questa impossibilità non è menzionata esplicitamente da nessuno dei testi di chimica generale che sono a mia conoscenza, conviene illustrarla con un esempio. Quello del doppio legame fra due atomi di carbonio è particolarmente illuminante. Tutti i testi di chimica generale e di chimica organica presentano questo legame come se fosse costituito da due parti ben distinte: un legame  $\sigma$ , dovuto al ricoprimento fra due orbitali  $sp^2$  collineari alla retta passante per i nuclei, e un più debole legame  $\pi$  dovuto al ricoprimento "laterale" fra due orbitali  $p$ , perpendicolari al piano molecolare. Ma questo modello non è l'unico possibile: si può descrivere al-

trattanto bene il doppio legame come il risultato del ricoprimento fra due orbitali di un atomo di carbonio tetraedrico e due di un altro atomo pure tetraedrico, che porta alla formazione di due legami curvi ("a banana"). Per quanto possa sembrare sorprendente, i due modelli sono perfettamente equivalenti: la Fig. 2 mostra mediante curve di isodensità elettronica (cioè di uguale probabilità di trovare un elettrone in un dato elemento di volume) a sinistra le distribuzioni elettroniche calcolate per il legame  $\pi$  (a) e per il legame  $\sigma$  (a') e a destra quelle calcolate per i due legami curvi (b e b'); il grafico in basso (c) mostra la distribuzione risultante, che è la stessa sia che si sommino le densità rappresentate in a e a' (modello  $\sigma\pi$ ) o quelle raffigurate in b e b' (modello a legami curvi).

La coincidenza fra i due risultati non è fortuita, e mostra che la scelta dello stato di ibridazione degli atomi che devono legarsi ( $sp^2$  nel modello  $\sigma\pi$ ,  $sp^3$  nel modello a legami curvi) non influisce

sull'unica grandezza osservabile sperimentalmente, cioè sulla densità della nuvola di carica formata da tutti gli elettroni presi in considerazione nel calcolo. Ciò è la conseguenza del fatto che l'ibridazione non è un fenomeno fisico, ma un semplice artificio matematico diretto a "salvare il concetto di legame localizzato con un perfetto appaiamento di orbitali sui due atomi del legame" [4].

Le differenze fra le mappe di densità elettronica parziale, cioè relative alle singole componenti del doppio legame (legami  $\pi$  e  $\sigma$  a sinistra, legami curvi a destra) non devono preoccupare: tali mappe non hanno un significato fisico, in quanto rappresentano due diversi modi, entrambi artificiali, di scomporre la distribuzione elettronica globale, e non possono esistere mappe sperimentali con cui confrontarle.

Possiamo quindi concludere che gli orbitali non sono osservabili né direttamente, data la loro natura immateriale, né indirettamente perché non è possibile distinguere per via sperimentale i contributi dei singoli orbitali alla densità elettronica globale di un atomo o di una molecola.

**Bibliografia**

[1] P. Mirone, Che cos'è un orbitale? *La Chimica nella Scuola*, 1980, N. 2, p. 8.  
 [2] L. Pauling, *The Nature of the Chemical Bond*. Cornell University Press, Ithaca, 1948, p.82.  
 [3] R.H. Petrucci e W.S. Harwood, *Chimica generale*. Piccin, Padova, 1995, p.407.  
 [4] C.A. Coulson, *Valence*. Oxford University Press, 1961, p.233.  
 [5] J.M. Zuo, M. Kim, M. O'Keeffe, J.C.H. Spence, *Nature*, **401** (1999), 49.  
 [6] C.J. Humphreys, *Nature*, **401** (1999), 21.  
 [7] M. Cattaneo, *Le Scienze*, **374** (1999), 18.  
 [8] P. Mirone, Orbitali con svista. *La Chimica nella Scuola*, **22** (2000), 6.  
 [9] E.R. Scerri, Have orbitals really been observed? *J. Chem. Educ.*, **77** (2000), 1492.  
 [10] L.C. Venema, J.W.G. Wildoer, J.W. Janssen, S.J. Tans, H.L.J. Temminck Tuinstra, L.P. Kouwenhoven, C. Dekker, Imaging electron wave functions of quantized energy levels in carbon nanotubes. *Science*, **283** (1999), 52.  
 [11] J.I. Pascual, J. Gómez-Herrero, C. Rogero, A.M. Baró, D. Sánchez-Portal, E. Artacho, P. Ordejón, J.M. Soler, Seeing molecular orbitals. *Chemical Physics Letters*, **321**(2000), 78.  
 [12] P. Mirone, Energie di ionizzazione e struttura elettronica dell'atomo. *La Chimica nella Scuola*, 1987, N. 3, p.12.  
 [13] P. Mirone, How to get more from ionization energies in the teaching of atomic structure. *J. Chem. Educ.*, **68**, (1991), 132.  
 [14] R.J. Gillespie and E.A. Robinson, Electron domains and the VSEPR model of molecular geometry. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **35** (1996), 495.  
 [15] R. J. Gillespie e I. Hargittai, *Geometria molecolare. Il modello VSEPR*, Zanichelli, Bologna, 1994.  
 [16] R. J. Gillespie, Legame senza orbitali. *La Chimica nella Scuola*, **19** (1997), 2.  
 [17] M. Chastrette, M.B. Larrouy, K. Bouraoui, Il modello VSEPR e la sua evoluzione. *La Chimica nella Scuola*, **21** (1999), 8.

## Le rappresentazioni dei concetti scientifici per una didattica della chimica in età precoce

### Sommario

*Viene ripresa la definizione di modello, valida per la ricerca e per la didattica. I modelli vengono classificati in base al linguaggio usato per esprimerli e viene fatto un approfondimento su modelli compositi, metafore e metamodelli. Uno degli scopi del lavoro è quello di esaminare il ruolo di tutti questi strumenti di comunicazione nella didattica della chimica; viene quindi data una descrizione dettagliata dei modelli chimici, dei modelli molecolari e fatto esempi di modelli compositi, metafore, e metamodelli, sempre di natura chimica.*

*Con riferimento alle teorie di Bruner sulla conoscenza, si sottolinea come nella ricerca prevalgono modalità paradigmatiche, mentre nella didattica si devono utilizzare anche modalità sintagmatiche, ponendo attenzione a non compromettere il rigore scientifico.*

*Il dispiegamento di tutti questi strumenti permettono di avanzare caute ipotesi su di una possibile e precoce didattica della chimica, in termini molecolari.*

*Parallelamente, citazioni di alcuni scritti di Calvino sottolineano il continuo intreccio tra narrazione e visione scientifica delle cose.*

### 1. Premessa

È mia radicata convinzione che gli insegnanti di materie scientifiche devono porre maggiore attenzione agli strumenti linguistici e figurativi che quotidianamente usano, per trasmettere le loro conoscenze. Mi riferisco ovviamente ai modelli e ad altre modalità di rappresentazione che sono l'essenza dell'insegnamento.

Il tema è stato inizialmente affrontato su questa rivista per poi svilupparsi in altra sede, dove sono stati prodotti esempi e classificazioni atti a rendere questi strumenti più fruibili; lo stesso tema è inopinatamente emerso su CnS in una recente discussione.

\* e.niccoli@tiscalinet.it

ERMANNIO NICCOLI \*

Con mia grande sorpresa ho scoperto che quasi nulla di ciò che era stato detto, era stato recepito.

Per la verità la suddetta discussione, pur tirando in ballo il tema dei modelli, si focalizzava sull'insegnamento della struttura particellare della materia in età precoce. La "didattica delle molecole" rappresenta da sempre una questione calda, mai veramente risolta, sulla quale addirittura i colleghi evitano il confronto.

Il presente lavoro vuole essere una lancia spezzata a favore del confronto, s'intende, costruttivo.

Ritengo utile approfondire i temi relativi alle rappresentazioni dei concetti scientifici per tentare una più netta caratterizzazione dei modelli. Lo scopo è quello di avanzare qualche ipotesi per risolvere l'annoso problema, sempre eluso, su quando sia utile e quanto sia possibile introdurre i modelli particellari della materia.

Nel fare questo ho tenuto costantemente sott'occhio le lezioni svolte a Pisa nella Scuola Estiva di Chimica del 1998, queste lezioni sono state integrate e rese più complete dai contenuti delle lezioni tenute nel 2000, relative alle teorie bruneriane sulle forme di conoscenza, e in modo più marginale da quelle tenute nel 2003 sul costruttivismo.

Riprendere argomenti e scorrere bibliografie arcinote in questa estate calda ed afosa mi ha creato qualche disagio; la noia di rileggere me stesso mi è parsa insopportabile. Per sollevarmi dalla noia ho riletto in parallelo le "Lezioni Americane" di Italo Calvino, un discorso a carattere insieme narrativo ed epistemologico. Un libretto denso di cultura.

Quando ho scoperto la prima coincidenza di concetti tra il mio modesto articolo e l'eccellente libretto, sono rimasto favorevolmente colpito ma non troppo meravigliato: in fondo le teorie

di Bruner sulle due forme di conoscenza permettono di prevedere certi parallelismi.

Quando, proseguendo la lettura, ho visto che queste coincidenze si ripetevano mi sono sentito decisamente lusingato.

D'altro canto esiste una spiegazione dell'inclinazione scientifica di Calvino, essendo egli cresciuto in una famiglia dove la cultura scientifica era di casa. Ho proseguito quindi il mio lavoro ed ho portato avanti in parallelo la lettura di Calvino.

Alla fine, anche per introdurre un diversivo in favore dei lettori più attenti, ho deciso di sottoporre questo interessante intreccio alla loro attenzione, sotto forma di citazioni disseminate in modo opportuno nel testo dell'articolo.

A proposito delle discussioni che hanno animato gli ultimi numeri della rivista, vorrei chiarire che non sono amante delle *telenovelas* e quindi non amo in linea di massima riproporre un tema se non a scopo di aggiornamento, tuttavia non mi piacciono le discussioni lasciate a metà, senza che il pensiero collettivo si sia arricchito di una qualche conclusione.

Io penso che, se si affrontano con documentato impegno argomenti didattici importanti e nessuno replica, gli argomenti si debbano considerare acquisiti; se così non è, vuol dire che gli argomenti sono stati semplicemente ignorati. Serietà e impegno impongono a questo punto che l'argomento venga aggiornato, approfondito e riproposto.

### 2. La doppia visione di Gigi e le risposte di Bruner

Gigi è un giovane studente, innamorato della natura, dotato di acuto spirito di osservazione oltre che di sensibilità; un giorno lo sorprendiamo seduto sulla spiaggia che contempla estasiato la grande massa d'acqua dove si riflette l'azzurro del cielo e giocano i riflessi del sole, una sorta di grande specchio fluttuante. Egli osserva le onde che si alzano e si abbassano come se il mare

respirasse, di un respiro possente, mentre a riva l'acqua si abbatte con un rumore sordo, trascinandosi avanti e indietro i ciottoli e la sabbia. Il movimento e il rumore cullano il pensiero di Gigi che si perde in mille congetture.

In un secondo momento Gigi si scuote dall'incanto che lo aveva pervaso, cambia atteggiamento e decide di osservare con occhio critico quanto gli sta davanti.

Lo colpisce il fatto che mentre le onde sembrano avanzare verso riva, un frammento di polistirolo che galleggia in mezzo all'acqua, si alza e si abbassa senza apprezzabili spostamenti orizzontali. Gigi ne deduce che l'acqua si sposta verticalmente ma non orizzontalmente perché in quest'ultimo caso trascinerebbe con sé il polistirolo; non si può d'altro canto ignorare che sulla battigia il mare compie un vero e proprio lavoro, alzando ciottoli e sabbia nonostante la forza di gravità e trascinandoli avanti e indietro nonostante l'attrito sul fondo. A questo punto nella mente di Gigi nasce un interrogativo: è possibile che, a dispetto delle apparenze, si trasmetta verso riva solamente l'energia dell'acqua e non la massa dell'acqua? D'altro canto, ragiona Gigi, se la massa dell'acqua si muovesse verso riva, egli non potrebbe certo rimanere seduto sulla spiaggia in placida contemplazione!

Se poniamo a confronto i due atteggiamenti di Gigi e i pensieri che ne seguono, ci rendiamo conto che siamo di fronte a due modi di avvicinarsi alla natura delle cose completamente diversi ma altrettanto validi. In ambedue i casi Gigi esamina il mare ed il suo movimento ma, mentre nel primo caso egli si rappresenta lo spettacolo che ha dinanzi, ricorrendo anche a delle similitudini (...una sorta di grande specchio flutuante... come se respirasse...) con le quali apre uno squarcio anche sulle sensazioni che lo spettacolo gli ispira, nel secondo caso esamina il tutto analiticamente e lo rappresenta ricorrendo a delle ipotesi esplicative (...è possibile che... verso riva si trasmetta solo l'energia...).

In ambedue i casi le parole di Gigi comunicano dei contenuti che hanno un loro valore conoscitivo.

*...Giacomo Leopardi a quindici anni scrive una storia dell'astronomia di straordinaria erudizione, in cui tra l'altro compendia le teorie newtoniane. La contemplazione del cielo notturno che ispirerà a Leopardi i suoi versi più belli non erano solo un motivo lirico; quando parlava della luna Leopardi sapeva esattamente di cosa parlava...*

*(I. Calvino - Lezioni americane: leggerezza - pag. 30, Oscar Mondadori, 1993, Milano)*

Bruner spiega questa doppia visione affermando che il pensiero umano può operare secondo due distinti registri [1], complementari ma irriducibili tra loro e chiama queste due modalità "pensiero sintagmatico" e "pensiero paradigmatico".

Il pensiero sintagmatico è di tipo narrativo ed interpretativo, guarda all'esperienza umana secondo una prospettiva estetica, storica e sociale.

Il pensiero paradigmatico è di tipo ipotetico-deduttivo, è caratteristico della costruzione scientifica e viene strutturato secondo procedure formali che prevedono ipotesi esplicative e verifiche sperimentali.

Ambedue i tipi di pensiero descrivono la realtà, ambedue fanno largo uso del linguaggio analogico ma, mentre il pensiero sintagmatico attraverso il ricorso a metafore, ad analogie, a similitudini, a parabole ed (anche) a modelli arriva, secondo quanto riferisce Aquilini [2], "ad esprimere l'inesprimibile, alludendo e non dicendo", il pensiero paradigmatico attraverso il prevalente uso di modelli scientificamente certificati produce una rappresentazione rigorosa e, quando utilizza metafore, similitudini ed altri strumenti linguistici, li piega ad esigenza di rigore formale attenuandone la funzione evocativa.

*...Dal momento che ho scritto quella pagina mi è stato chiaro che la mia ricerca dell'esattezza si biforcava in due direzioni. Da una parte la riduzione degli avvenimenti contingenti a schemi astratti con cui si possono compiere operazioni e dimostrare teoremi; e dall'altra parte lo sforzo delle parole per render conto con la maggiore precisione possibile dell'aspetto sensibile delle cose.*

*In realtà sempre la mia scrittura si è trovata di fronte a due strade divergenti che corrispondono a due tipi diversi di conoscenza... Sono due diverse pulsioni verso l'esattezza che non arriveranno mai a soddisfazione assoluta...*

*(I. Calvino - Lezioni americane: esattezza - pag. 82, Oscar Mondadori, 1993, Milano)*

Il concetto di modello in particolare assume nel linguaggio sintagmatico una molteplicità di significati, alcuni dei quali molto praticati: si parla di modello come di cosa da copiare, come di un prototipo in scala ridotta o come di persona esemplare. Il modello in questi casi facilmente arriva a confondersi con le metafore e le similitudini.

Il modello in chiave paradigmatica riproduce un qualsiasi sistema materiale o concettuale, rappresentandolo, come

vedremo, necessariamente solo in alcuni suoi aspetti, raffigurandone oltre che la struttura anche il funzionamento; inoltre quando il modello si riferisce ad un soggetto microscopico, non visibile, come avviene talvolta in fisica e più frequentemente in chimica, e non può essere confrontato visivamente con l'oggetto stesso, la sua funzione finisce per assumere uno spessore cognitivo tanto da rischiare di essere confuso con l'oggetto stesso.

Inutile dire che i significati della parola "modello" nel linguaggio sintagmatico sono i più vicini a quelli del linguaggio comune, tuttavia sostituire questi significati a quelli scientifici, solamente perché non riusciamo a distaccarci da ciò che ci è familiare, non rende un buon servizio né alla divulgazione né alla didattica.

Dobbiamo però sottolineare che nella didattica scientifica a causa delle forti implicazioni emotive, che sono proprie di ogni didattica [3], si tende ad oscillare tra modalità paradigmatiche e modalità sintagmatiche con tutti i rischi che sul piano del rigore ciò comporta. La rappresentazione dei concetti scientifici in didattica è di per sé difficile, resa complessa dall'intreccio con la maturazione cognitiva e culturale del discente: facilmente si rischia di perdere in rigore ciò che si è guadagnato in efficacia. A questo proposito mi sia permesso, un poco paradossalmente, d'ipotizzare una sorta di principio d'indeterminazione così formulato:

(guadagno in efficacia) · (guadagno in esattezza) = costante

dove la "costante" è appunto legata alla maturità dello studente ed alle sue preconcoscienze.

In conclusione, oltre un certo limite, se cresce l'efficacia cala l'esattezza e viceversa.

In altre parole bisogna porre una particolare attenzione quando si ricorre agli strumenti del ragionamento analogico, con l'intento di rendere i concetti accattivanti e familiari.

Gli espedienti di questo tipo possono essere vari.

Si possono usare modelli molto schematici, metafore generiche, paragoni audaci, e similitudini; il tutto per delineare seppure grossolanamente, un concetto. È importante però che questo concetto in un secondo tempo risulti modificabile, senza causare faticosi conflitti cognitivi

Si può delineare un concetto in modo del tutto formale, cosicché lo studente acquisti familiarità con esso, riservando



doci in un secondo tempo di arricchirlo con approfondimenti, quasi che si trattasse del riempimento di una scatola vuota.

Per fare tutto ciò è necessario predisporre con accuratezza ogni strumento necessario e poi agire con consapevolezza.

Per avviare l'apprendimento questi strumenti dovranno essere resi espliciti ai nostri studenti e da essi accettati; *questi strumenti faranno da ponte tra la nostra conoscenza e la loro "costruzione"* [3]. Gli insegnanti ritengono di possedere tali strumenti "naturalmente", viceversa li usano spesso in modo assai approssimativo.

### 3. Alcuni utili confronti e qualche proposito

Ho affrontato il concetto di modello scientifico su questa rivista alcuni anni fa [4] contemporaneamente a Roletto, Albertazzi e Regis [5, 6], trovando con loro molte consonanze. In questi lavori l'analisi dei modelli si fonda su di una visione di tipo sistemico, nello stesso tempo si dà rilievo alla funzione del linguaggio e s'individua il ruolo dei modelli nella ricerca e nella didattica.

Da parte mia ho cercato di fare ulteriori passi avanti, utilizzando una definizione più puntuale del concetto di modello, classificando i vari tipi di modelli e distinguendo tra i modelli ed altri tipi di rappresentazione.

Successivamente ho ripreso l'argomento in un contesto più ampio [7, 8], esplorando, per quanto mi era consentito dall'ardua materia, il legame che intercorre tra modelli e immagini mentali.

*"Si pensi, ad esempio, a uno scrittore che sta cercando di esprimere certe idee che possiede sotto forma di immagini mentali. Egli non è del tutto sicuro di come queste immagini si organizzino l'una con l'altra nella sua mente e sperimenta esprimendo le cose prima in un modo e poi in un altro; infine si ferma su di una particolare versione. Ma egli sa da dove tutto ciò proviene? Solo vagamente. La maggior parte della sua fonte, come un iceberg, è immersa profondamente sott'acqua, non visibile, ed egli lo sa."*

(Da D. Hofstadter - Gödel, Escher, Bach - citato da I. Calvino in - Lezioni americane: visibilità - pag.98, Oscar Mondadori, 1993, Milano)

Come ho detto, colgo ora per la seconda volta l'occasione offertami da un dibattito sviluppatosi su CnS [2, 9, 10, 11] per fare alcuni approfondimenti, per sviluppare alcuni concetti e metterne a fuoco altri.

Roletto, Albertazzi e Regis nel loro studio, che essenzialmente si richiama alla scuola francese, prendono in considerazione il pensiero di tipo analogico i cui strumenti, a detta degli autori, sono *simboli, metafore e modelli*.

Il modello è definito come un *processo metaforico complesso, una forma sofisticata di analogia, strumento importante del sapere scientifico*. In questo modo non producono nessuna sostanziale differenza tra modelli, metafore e simboli.

Questi autori sostengono la necessità di un approccio sistemico e fanno propria una affermazione di Walliser [12]: *nella sua accezione più ampia la nozione di modello rimanda a qualsiasi rappresentazione di un sistema reale sia questo astratto o materiale, espresso in forma verbale grafica o matematica*.

Questa affermazione di Walliser è a mio parere fondamentale e sottolinea alcuni concetti importanti ossia l'identità di significato delle parole *modello e rappresentazione*, le *modalità sistemiche* nell'affrontare la costruzione dei modelli, l'*importanza del linguaggio* nell'esprimere i modelli, la modellizzazione tanto dei *sistemi concreti* che di quelli *astratti*.

Tutti questi aspetti vengono assunti e ribaditi nella definizione di modello che ho adottato nel mio lavoro.

Roletto, Albertazzi e Regis passano quindi a definire il concetto di sistema ed a esplorare il rapporto tra modello, teoria e realtà. Essi classificano i modelli in fisici e simbolici, di fatto coincidenti con i modelli figurativi e matematici.

Nonostante che lo studio di questi autori contenga espliciti o impliciti tutti gli elementi necessari per portare a completa chiarezza l'argomento, il tutto rimane come sospeso sullo sfondo, al limite di alcune conclusioni, intanto che il loro ragionamento si sviluppa in altre direzioni peraltro utili ed interessanti.

In chiave completamente diversa si svolge, a mio avviso, l'approfondimento di Aquilini [2] che sviluppa un'analisi prevalentemente linguistica e psicologica e guarda a modalità, se mi è permesso abusare di questa categoria, di tipo sintagmatico.

Questo modo di procedere è di per sé corretto ma, ancora una volta, porta ad una insufficiente distinzione tra modelli, metafore e similitudini, come lascia trapelare il sottotitolo *Similitudini, metafore e allegorie nel linguaggio della scienza: i modelli*.

In un certo senso, come verrà successivamente specificato, nella didattica le analogie e le similitudini precedono le metafore e queste precedono i modelli; ognuno dei modi di rappresentare fa da battistrada a quello che segue e, come vedremo, questo si verifica in una certa misura anche nella ricerca.

Se in didattica vogliamo fare un uso consapevole e sapiente di tutti gli strumenti di rappresentazione, dobbiamo prima distinguere non solo tra metafore e modelli ma anche tra i vari tipi di modelli possibili; volendo disporre di una grande agibilità espositiva, dobbiamo allargare lo sguardo alle analogie, alle similitudini, ai prototipi, alle allegorie, agli archetipi ed a tutti gli strumenti linguistici possibili. Ma *nel momento in cui cerchiamo di fare leva su aspetti di tipo emotivo, dobbiamo rimanere vigili per non smarrire il filo d'Arianna della logica scientifica*.

Ricerca e didattica si muovono lungo lo stesso vettore che a partire da espressioni tendenzialmente allusive ed evocative punta verso le rappresentazioni scientifiche, ma mentre nella ricerca l'aspetto allusivo, che si concretizza essenzialmente nella metafora, è di minore spessore, in didattica gioca un ruolo fondamentale.

### 4. Sistemi referenti e modelli: un breve richiamo

Per chiarezza e completezza vorrei ora riprendere brevemente alcune cose già scritte in passato.

Per giungere ad una definizione funzionale del concetto di modello è necessario prima definire l'oggetto della modellizzazione.

Come afferma Roletto, l'oggetto può essere utilmente concepito come *un sistema ossia un insieme di parti connesse tra loro in modo organizzato, che rientrano nel campo d'indagine e che sono in relazione tra loro cioè si influenzano reciprocamente all'interno dei cosiddetti confini del sistema*.

I confini del sistema sono dati da una linea di demarcazione arbitraria ma funzionale che separa per l'occasione il sistema dal suo contesto ossia dalla restante parte dell'Universo con il quale peraltro interagisce.

Così facendo focalizziamo la nostra attenzione su di una porzione della realtà, interiore o esteriore, che chiamiamo *sistema referente*. Le parti che lo compongono, che noi individuiamo di volta in volta, vengono indicati come *sottosistemi* e questi interagiscono tra loro (fig.1).

Si sottolinea in questo modo due aspetti della rappresentazione: le parti che costituiscono il sistema, nella figura indicati come **a, b, c...** e le interazioni o

vera essenza delle cose. Scientificamente siamo condannati ad operare una perpetua suddivisione delle forme ed a registrarne le trasformazio-

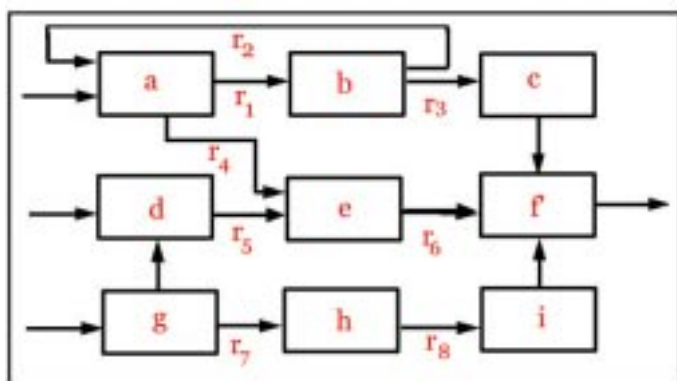


Figura 1

relazioni tra le parti indicati come  $r_1, r_2, r_3, \dots$ . Lo schema in figura 1 è di fatto un embrione di modello ossia una generica rappresentazione di un generico sistema.

Come è stato già accennato, quando si parla di sistema oggetto di indagine, si può essere indotti a pensare esclusivamente a sistemi materiali, in realtà sia in ambito scientifico che in quello didattico devono essere presi in considerazione anche sistemi concettuali.

L'indagine matematica è rivolta di norma ad esplorare e quindi a rappresentare sistemi concettuali; un curriculum scolastico, costituito da parti concettualmente interdipendenti, può essere oggetto di indagine e quindi di rappresentazione [13].

Boscolo suggerisce [14] una definizione dei modelli che ha carattere del tutto generale ma, curiosamente, forse a causa di una visione ristretta del concetto di modello, si limita ad applicarla solo in senso figurativo.

La definizione di modello, intesa come rappresentazione, è la seguente:

*Un modello è una rappresentazione  $S'$  di un sistema referente  $S$  e la sua struttura è tale per cui ad alcuni possibili sottosistemi (parti, parametri)  $a, b, c, \dots$  di  $S$  corrispondono nel modello le rappresentazioni  $a', b', c', \dots$ , ed alle relazioni  $r_1, r_2, r_3, \dots$  che intercorrono tra i sottosistemi di  $S$ , corrispondono le rappresentazioni  $r_1', r_2', r_3', \dots$  in  $S'$ .*

Questa definizione cela un problema di natura ontologica, rilevata anche da Aquilini e da Roletto, si postula cioè l'esistenza di un sistema  $S$  ma, al di là della nostra percezione oltretutto afflitta dalla soggettività e al di là delle nostre immagini mentali, non esiste alcuna possibilità di attingere direttamente alla

ni; i modelli sono per certi versi "rappresentazioni delle forme".

*...La mente del poeta e in qualche momento decisivo la mente dello scienziato funzionano secondo un procedimento d'associazione d'immagini che è il sistema più veloce di collegare e di scegliere tra le infinite forme del possibile e dell'impossibile. La fantasia è una specie di macchina elettronica che tiene conto di tutte le combinazioni possibili...*

(I. Calvino in - *Lezioni americane: visibilità* - pag.102, Oscar Mondadori, 1993, Milano)

Assumere come equivalenti i concetti di modello e di rappresentazione porta, come vedremo, ad ampliare molto questa categoria concettuale. Inoltre per come è concepito, il modello risulta essere isomorfo del sistema e l'isomorfismo è un carattere distintivo del modello stesso, infine, sempre per quello che si è detto, il modello consiste in una rappresentazione parziale del sistema e questo carattere di parzialità è anch'esso distintivo del modello.

Questa operazione ha corrispondenza con le procedure scientifiche che tendono, nello studiare un fenomeno, ad isolarlo dal contesto ed a sfoltarne la complessità.

*...Da quando la scienza diffida dalle spiegazioni generali e dalle soluzioni che non siano settoriali e specialistiche, la grande sfida per la letteratura è saper tessere insieme i diversi saperi e i diversi codici in una visione plurima, sfaccettata del mondo...*

(I. Calvino - *Lezioni americane: molteplicità* - pag. 123, Oscar Mondadori, 1993, Milano)

## 5. Analisi e denominazione di alcuni tipi di modelli

La definizione puntuale di modello che è stata data, da un lato caccia ogni pos-

sibile ambiguità rispetto agli altri tipi di rappresentazione ma, nello stesso tempo, include nella categoria dei modelli rappresentazioni che non siamo abituati a considerare come tali.

Classificare e denominare i modelli è quindi un modo di mettere ordine in una materia molto varia, e di distinguerli da quelli che modelli non sono. Classificazione e denominazione possono essere eseguite con criteri diversi.

Prendiamo intanto atto che nell'uso corrente troviamo affermati tre tipi di modelli: i *modelli figurativi*, i *modelli molecolari* ed i *modelli matematici*.

I modelli figurativi, come dice la parola, consistono in immagini bidimensionali o tridimensionali, statiche o in movimento. Essi si contrappongono in un certo senso ai modelli con carattere formale quindi ai modelli matematici. Questi ultimi sono così denominati con riferimento al linguaggio utilizzato per esprimerli e sotto questo profilo i modelli figurativi possono anche essere denominati *modelli iconici*.

La denominazione di modello molecolare fa riferimento al sistema referente cioè alla molecola quindi ad un *sistema concreto e microscopico*. Da questo punto di vista i modelli potrebbero fare riferimento ad un *sistema concreto macroscopico* o ad un *sistema astratto*, come nel caso del modello matematico.

Una categoria di modelli può essere denominata in base alla disciplina di riferimento e quindi parlare, ad esempio di modelli chimici, anche se questa denominazione, come vedremo, sarebbe bene riservarla ai modelli espressi in linguaggio chimico cioè il linguaggio delle formule chimiche.

Riepilogando i modelli si possono classificare in base al tipo di sistema referente, in base alla disciplina di riferimento, in base al loro carattere figurativo/formale o in base al linguaggio<sup>1</sup> con cui sono espressi.

Normalmente siamo abituati a modelli espressi con linguaggi iconico e matematico: in prima istanza solamente i modelli iconici sembrerebbero essere coerenti con la definizione data.

È perciò opportuno esaminare rappresentazioni espresse con linguaggi diversi allo scopo di controllare in quale modo esse rientrino a tutto titolo nella definizione.

<sup>1</sup> Per linguaggio si deve intendere un qualsiasi sistema formalizzato di segni, aventi funzione simbolica, organizzati secondo regole sintattiche che sono loro proprie.



Nella figura 2 è riportata una rappresentazione riferita ad un sistema gassoso, a volume costante, la cui pressione è legata alla temperatura e quindi alla velocità delle particelle; per conferirle un carattere familiare la rappresentazione consiste in una bombola di gas della quale si vede uno spaccato, le particelle inoltre vengono rappresentate come se si trattasse di entità macroscopiche.

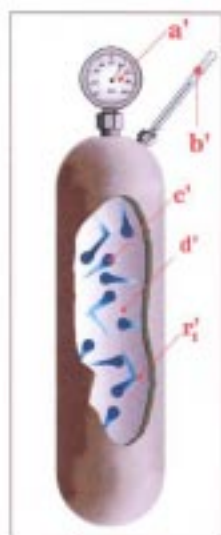


Figura 2

Riprendendo la notazione usata nella definizione di modello, vediamo la pressione ( $a'$ ) segnata dal manometro, la temperatura ( $b'$ ) segnata dal termometro, le particelle del gas ( $e'$ ) in movimento e le pareti interne del recipiente ( $d'$ ), che ne determinano il volume. L'interazione ( $r_i'$ ) consiste negli urti delle particelle sulle pareti che determinano appunto la pressione.

Questo modello ha carattere qualitativo e viene usato prevalentemente in didattica, esso suggerisce che la pressione è la risultante degli impulsi impressi dalle particelle sulla parete della bombola. Esiste un modello matematico che rappresenta lo stesso sistema.

La pressione,  $P$  ( $a'$ ), viene in questo caso posta in relazione con le velocità,  $v_i$  ( $b'$ ), delle singole molecole di massa  $m$  ( $e'$ ) e con il volume,  $V$  ( $d'$ ), di un contenitore dalla seguente equazione ( $r_i'$ ):

$$P = \frac{\sum m v_i^2}{3V}$$

Quindi un modello che rappresenta con linguaggio matematico le varie parti del sistema, e la relazione che le lega.

Si può dimostrare che da questo modello discende un altro modello matematico però non fa più esplicito riferimento alle particelle e quindi alla teoria cinetica dei gas.

Il modello consiste nella nota relazione di eguaglianza ( $r_i'$ ) che lega tra loro la pressione,  $P$  ( $a'$ ), e la temperatura,  $T$  ( $b'$ ), espressa in kelvin, di una certa massa gassosa ( $e'$ ) che si trova a volume costante ( $d'$ ):

$$P = kT$$

Questo modello ovviamente può essere tradotto in un linguaggio grafico dove la relazione che lega pressione e temperatura consiste nella curva  $P(T)$  riportata nella figura 3.

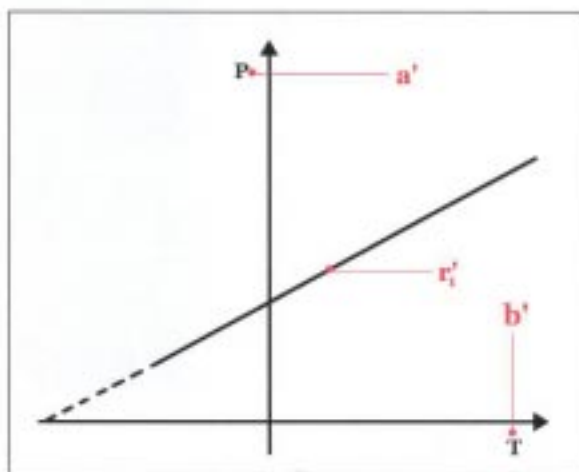


Figura 3

Questo modello è espresso in linguaggio grafico.

La categoria dei modelli grafici comprende i grafici veri e propri, ogni tipo di schema, le tabelle, i nomogrammi, gli istogrammi e altre simili rappresentazioni.

Notiamo per inciso che sia i modelli iconici che i modelli grafici vengono spesso rappresentati sullo schermo del computer, ciò significa che il modello è registrato sul disco rigido in linguaggio informatico, dove non è direttamente leggibile, ma viene tradotto in immagine mediante un programma *ad hoc*.

Classificare i modelli sotto il profilo del linguaggio è didatticamente coerente con l'esigenza della scuola di base di dotare gli studenti di una molteplicità di linguaggi.

## 6. Forme di rappresentazione a prevalente uso didattico: i succedanei dei modelli

In didattica e molto meno nella ricerca vengono usate altre forme di rappresentazione che si discostano dalla definizione data di modello, rappresentazioni che potremmo chiamare *succedanei dei modelli* in quanto possono sostituire questi nella loro funzione.

In didattica queste forme hanno la funzione di facilitare la comprensione dei concetti quando i modelli scientifici risultano troppo complessi.

Alcune di queste forme, come vedremo, servono a rappresentare i concetti nella fase iniziale della ricerca quando le conoscenze teoriche non consentono ancora di utilizzare dei modelli meglio definiti.

Un primo tipo di rappresentazione, che

potrebbe essere chiamato *modello composito*, comporta l'uso contemporaneo di più linguaggi, quasi che si trattasse di modelli diversi connessi tra loro.

Un esempio è riportato in figura 4, dove vediamo il diagramma di stato dell'acqua nella zona delle medie e basse pressioni (linguaggio grafico), al quale sono state sovrimposte tre immagini (linguaggio iconico) che si richiamano ai tre stati di aggregazione dell'acqua. In questo modo si cerca di facilitare l'interpretazione e la memorizzazione del diagramma.

Un altro esempio di modello composito è riportato in figura 5, dove ritroviamo un modello grafico sovrapposto ed in corrispondenza ad un modello iconico; in realtà il modello grafico contiene anche elementi espressi in linguaggio chi-

mico (le formule).

I modelli compositi sono molto frequenti nella grafica computerizzata ad esempio negli ipertesti.

sistema referente ossia di un sistema che rappresenta caratteri strutturali e di funzionamento analoghi a quelli del sistema referente.

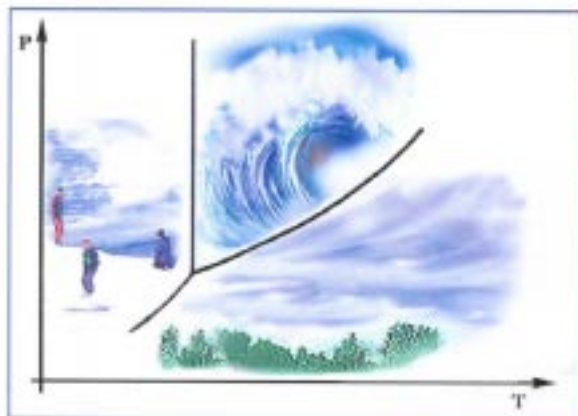


Figura 4

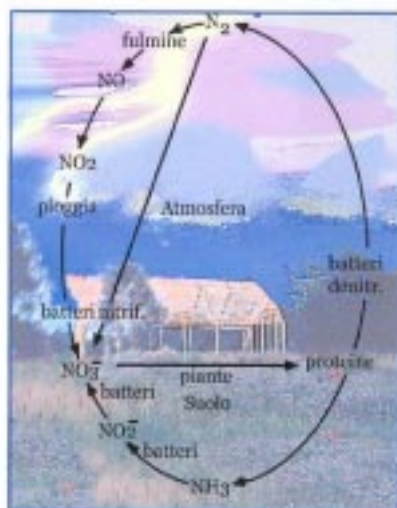


Figura 5

Il meccanismo della metafora può essere illustrato mediante la mappa concettuale sotto riportata. (Mappa 1)

Un esempio famoso di metafora utilizzata nella ricerca è la metafora "della chiave e della serratura" introdotta da Emil Fischer, all'inizio del secolo scorso, per rappresentare l'interazione selettiva di un enzima con il suo substrato. La metafora suppliva la mancanza di conoscenze specifiche relative alla struttura molecolare degli enzimi. Come succede di frequente in questi casi, la metafora viene tuttora utilizzata in didattica.

Un'altra metafora che ha giocato un ruolo importante nella ricerca ed è rimasta se non altro come metafora linguistica è quella del "codice" a proposito del DNA, della "trascrizione" a proposito della formazione dell'RNA e della "traduzione" a proposito della sintesi delle proteine.

... cito Galileo che vede nella combinatoria alfabetica (o i vari accozzamenti di venti caratteruzzi) lo strumento insuperabile della comunicazione...

(I. Calvino - Lezioni americane : rapidità - pag. 52, Oscar Mondadori, 1993, Milano)

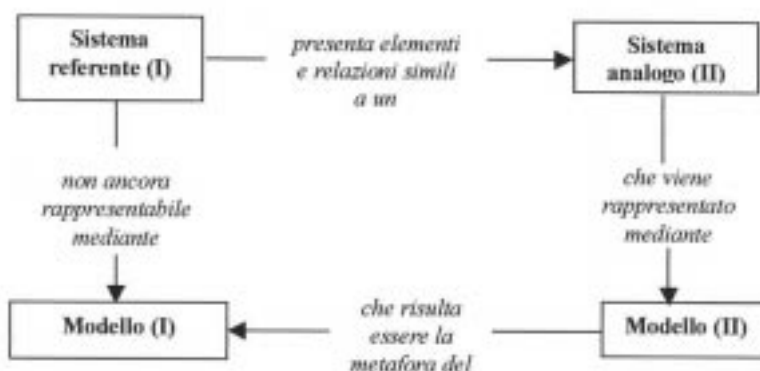
Un altro esempio di succedaneo di modelli è quello che si potrebbe chiamare un *metamodello*.

La definizione di modello presuppone che la rappresentazione venga formulata a fronte del sistema referente, ma agli insegnanti ed agli autori di manuali didattici succede spesso di dover predisporre rappresentazioni didatticamente più fruibili, avendo come referente il modello scientifico, ad esempio sfoltoendo e semplificando, accentuando certi aspetti e attenuandone altri, talvolta introducendo elementi "ingenui".

In questo modo si produce un modello del modello, che ho chiamato un poco impropriamente *metamodello*. Per

Un'altra forma di rappresentazione succedanea dei modelli è la *metafora*.  
 ...La metafora del cavallo per la velocità della mente credo che sia stata usata per la prima volta da Galileo Galilei... negli scritti di Galileo ho contato almeno undici esempi significativi in cui Galileo parla di cavalli: come immagine di movimento, dunque come strumento d'esperimenti di cinetica...  
 (I. Calvino - Lezioni americane : rapidità - pag. 50, Oscar Mondadori, 1993, Milano)  
 Da un punto di vista sistemico la metafora comporta di tracciare il modello di un sistema differente ma analogo al

Mappa 1

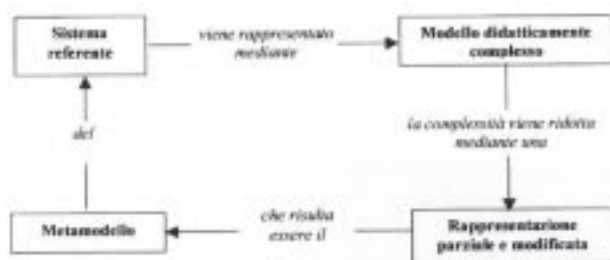




chiarire la natura del metamodello si può usare la mappa che segue simile a quella usata per la metafora. (Mappa 2)

È evidente che un singolo simbolo chimico, ad esempio Cl, in base alla nostra definizione non ha carattere

Mappa 2



Il metamodello consiste quindi in una "metarappresentazione povera" del sistema.

Nella figura 6 è riportato l'esempio di un metamodello di una parte del Sistema Solare dove, rispetto ad un modello scientifico, viene accentuata l'eccentricità dell'orbita ellittica della terra per renderla più percepibile, non vengono rispettate le proporzioni tra la dimensioni della Terra e quella del Sole per facilità di rappresentazione e vengono inoltre sottolineati con delle frecce i versi di rotazione e di rivoluzione.

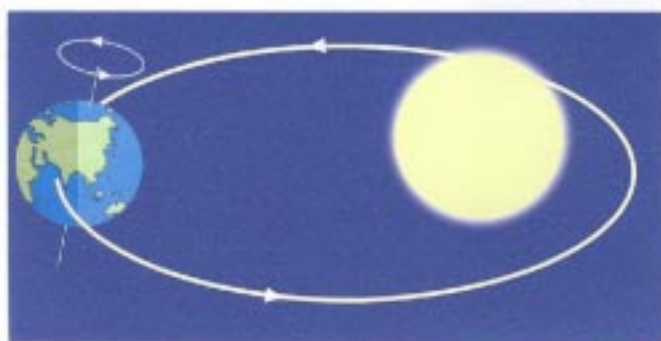


Figura 6

## 7. Le rappresentazioni nella didattica della chimica

Tutti i tipi di modelli scientifici e dei loro succedanei vengono ovviamente usati nella didattica della chimica.

Un ruolo centrale è occupato dai modelli molecolari e con tale termine normalmente s'indicano le rappresentazioni iconiche delle molecole.

Si usa anche indicare tali modelli col nome di modelli chimici ma in base al criterio di classificazione che abbiamo assunto, i modelli chimici sono quelli espressi mediante il linguaggio chimico ossia il linguaggio costruito con i simboli chimici.

isomorfo e quindi non modella alcunché, esso è semplicemente un segno distintivo, associato all'atomo di cloro. Già la formula  $Cl_2$  ha carattere di modello in quanto ci dice nel linguaggio chimico che *due parti uguali del sistema referente* (gli atomi che formano la molecola del cloro) *interagiscono attraverso il legame chimico*.

Le formule di vario genere pertanto sono modelli chimici in quanto rappresentazioni parziali di molecole o comunque di aggregati atomici, dove le parti, gli atomi, interagiscono tra loro

mediante i legami chimici.

Nella figura 7 sono riportati due modelli (formule) della molecola del metano di cui il primo contiene le informazioni minime proprie della formula bruta, il secondo cioè la formula di Lewis contiene informazioni sulla struttura elettronica e sui legami.

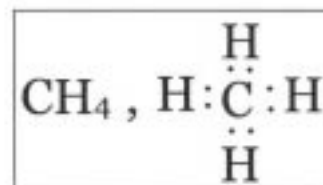


Figura 7

Per avere maggiori informazioni sulla struttura di una molecola possiamo ricorrere a modelli di vario tipo. Nella figura 8 sono riportati differenti modelli della molecola del metano e come si può vedere essi non sono affatto equivalenti in quanto ogni rappresentazione evidenzia aspetti differenti della molecola.

Nella figura 8a viene riportata la tradizionale formula di struttura dove il linguaggio è forse da considerarsi composto in quanto assieme al linguaggio chimico viene usato il linguaggio grafico, cioè i trattini indicanti i legami, ed il linguaggio scritto se si vuole specificare lunghezza e angolo di legame. Nella figura 8b abbiamo il modello iconico, realizzabile con "bacchette e palline" (*stick and ball*), dove vengono rispettati gli angoli di legame e dove le stecche rispecchiano le lunghezze di legame e le palline hanno colori caratteristici per i vari tipi di atomo.

Nella figura 8c è rappresentato il modello cosiddetto "a spazio pieno" (*space filling*): il modello è costituito da sfere che hanno colori convenzionali e raggi proporzionali ai rispettivi raggi di Van der Waals, a queste per ogni legame sono state asportate calotte in modo tale che la

distanza tra il piano di sezione ed il centro della sfera corrisponda al raggio covalente. Nella figura 8d abbiamo il modello ad intelaiatura (*wireframe*), che descrive esclusivamente gli angoli e le lunghezze di legame.

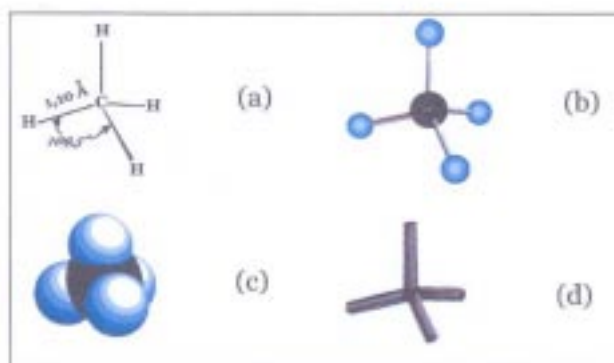


Figura 8

Come si può vedere siamo di fronte a rappresentazioni parziali ma isomorfe della molecola del metano.

Notiamo ancora che in tutti questi modelli alcune caratteristiche della molecola non sono state rappresentate, ad esempio l'energia di legame oppure il fatto che la lunghezza e gli angoli di legame variano in continuazione, a causa delle oscillazioni degli atomi. Per rappresentare quest'ultimo aspetto si dovrebbe ricorrere ad immagini in movimento.

A fronte di questi modelli possiamo creare dei metamodelli, ad esempio un tetraedro per rappresentare esclusivamente la forma geometrica della molecola, oppure una sfera per sottolinearne esclusivamente il carattere particellare (fig. 9). Evidentemente il modello particellare, seppure nella sua forma più elementare, non consiste in una sfera ma semmai in una descrizione fatta con *linguaggio discorsivo*, cioè una definizione, del tipo di quella proposta da Tifi [9].

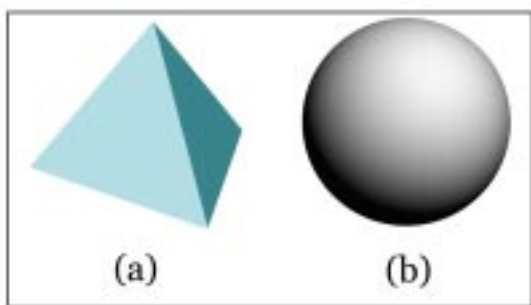


Figura 9

Il metamodello ha una evidente funzione di schematizzazione, che può essere utile sia in didattica che nella ricerca., quando ci si trova ad esempio davanti ad una struttura molecolare complessa come quella del DNA. Nella figura 10 viene riportato sia il modello a spazio pieno del DNA che il corrispondente metamodello che evidenzia la struttura simile a una "scala a chiocciola".

In questo caso se avessimo utilizzato l'immagine di una vera scala a chiocciola, *saremmo passati dal metamodello alla metafora*.

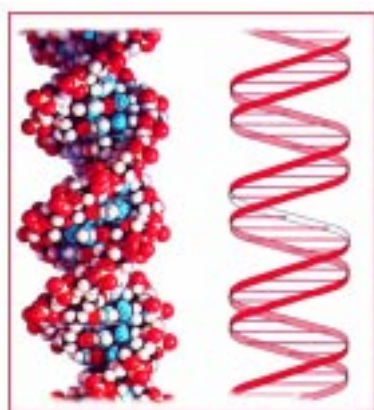


Figura 10

Un altro esempio di metafora è riportato nella figura 11 dove vediamo un nanocomposto formato da un fullerene legato ad un calixarene [15]; il modello a spazio pieno (a) è piuttosto complesso, la sua forma può essere richiamata grazie alla sua somiglianza con la coppa mondiale di calcio (b).



Figura 11

Un altro esempio ancora di metafora è riportato nella figura 12: se nel modello a intelaiatura del nanocomposto, evidenziamo la presenza di due ossigeni nella parte superiore, balza evidente la somiglianza del modello con un manichino cioè una *silhouette* umana, dove i due ossigeni fungono da occhi. La somiglianza viene accentuata se rappresentiamo il tutto mediante una rappresentazione *space filling*. Questo manichino viene chiamato NanoKid [16].

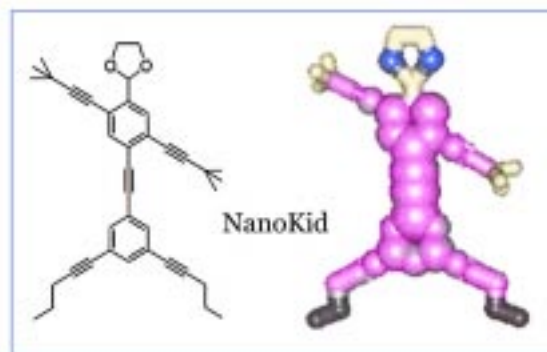


Figura 12

Attraverso reazioni chimiche di sostituzione della "testa" della molecola, NanoKid si trasforma generando una vera famiglia di manichini, due di questi cioè il NanoPilgrim ed il NanoTexan sono riportati nella figura 13.

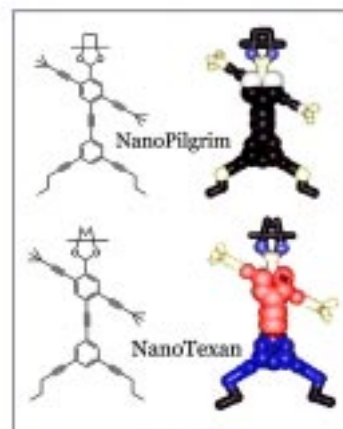


Figura 13

Gli esempi potrebbero essere numerosi. Sul Journal of Chemical Education, la prestigiosa rivista statunitense di didattica della chimica, abbondano non solo metafore ma anche *puzzles*, parole incrociate, giochi e rappresentazioni di vario tipo, tutti tesi a fare leva sugli aspetti emotivi e ludici per stimolare l'apprendimento.

Infine un esempio limite del passaggio dal linguaggio scientifico (paradigmatico) al linguaggio estetico e narrativo (sintagmatico) è rappresentato dall'intreccio tra rappresentazioni chimiche e arti visive. Come è stato scritto su "La Chimica e l'Industria" [15] "...se da una parte i chimici costruiscono sistemi supramolecolari che imitano opere d'arte macroscopiche, dall'altra gli artisti cominciano ad essere affascinati dai composti supramolecolari tanto da prenderli come modelli per creare magnifiche sculture...".

## 8. Una ipotesi di lavoro

In queste pagine ho tentato di chiarire, meglio che per il passato, il ruolo dei modelli nella didattica della chimica. Nel fare questo ho tenuto conto dei suggerimenti che ci vengono dai principi del costruttivismo e delle riflessioni di Bruner su come si articola il pensiero umano.

Ho cercato di approfondire il significato dei modelli molecolari e dei modelli chimici, tentando di allargare lo sguardo anche ad altri argomenti connessi con l'apprendimento e con l'uso dei modelli, ma soprattutto ho cercato di gettare le premesse per cominciare a rispondere ad alcuni interrogativi che da tempo aleggiano sull'insegnamento della chimica in età precoce: quando possiamo iniziare ad usare il modello particellare? È possibile fare ciò in modo didatticamente efficace? Dove si annidano le vere difficoltà?

*...Il "De reum natura" di Lucrezio è la prima grande opera di poesia in cui la percezione del mondo diventa dissoluzione della compattezza del mondo, percezione di ciò che è infinitamente minuto e mobile e leggero. Lucrezio vuole scrivere il poema della materia ma ci avverte subito che la vera realtà di questa materia è fatta di corpuscoli invisibili...*

*(I. Calvino - Lezioni americane :leggerezza - pag. 13, Oscar Mondadori, 1993, Milano)*

Nonostante che Piaget ci abbia detto molto sullo sviluppo cognitivo degli individui e sul tipo di operazioni mentali che i soggetti possono compiere alle varie età [17], solo una minoranza di insegnanti sembra avere percepito il

problema. Sulla questione si osservano comportamenti diversi

Una parte denuncia il pericolo che i modelli vengano completamente travisati, chiede di non introdurre modelli particellari in età precoce e spinge la sua cautela sino a non ipotizzare un limite oltre il quale sia possibile usare tali modelli.

Un'altra parte, sulla base dell'esperienza e in modo del tutto empirico, lascia aperta la possibilità di gettare le basi per una visione particellare della materia.

Un'altra parte ancora, la maggioranza, ciecamente fiduciosi nella validità dei programmi ministeriali, non si pone il problema e cerca di travasare meccanicamente il suo sapere nella mente degli alunni.

Si oscilla tra un eccesso di pessimismo che vorrebbe limitare l'insegnamento scientifico agli aspetti macroscopici ed un incosciente ottimismo che non si accorge di costruire degli inutili giocattoli mentali.

In realtà il problema non si pone solamente per l'insegnamento della chimica, identici problemi li ritroviamo nell'insegnamento di alcuni argomenti della fisica e di molti attualissimi argomenti della biologia molecolare.

Più in generale il problema si pone tutte le volte che cerchiamo di spiegare i fenomeni "che si vedono", facendo ricorso al comportamento di strutture "che non si vedono" cioè di strutture microscopiche o submicroscopiche.

*...Ogni ramo della scienza sembra che ci voglia dimostrare che il mondo si regge su entità sottilissime come i messaggi del DNA, gli impulsi dei neuroni, i quarks, i neutrini vaganti nello spazio dall'inizio dei tempi...*

*(I. Calvino - Lezioni americane :leggerezza - pag. 12, Oscar Mondadori, 1993, Milano)*

Come ci avverte Piaget, anche i soggetti molto giovani, cioè con età inferiore a quattordici anni, non trovano eccessive difficoltà ad immaginare ed a rappresentarsi una struttura fine della materia [18] e neppure hanno difficoltà ad operare sulle proprie rappresentazioni mentali [19], ma la difficoltà vera (superabile o insuperabile?) nasce quando il soggetto è chiamato a mettere in correlazione il piano microscopico con quello macroscopico.

La seconda difficoltà, contingente, nasce dal fatto che la maggioranza degli insegnanti non è consapevole del problema e quindi ha un comportamento incauto.

La terza difficoltà risiede nel fatto che il problema imporrebbe una qualifica-

zione professionale *ad hoc* ed una consapevolezza dei problemi psicologici dell'insegnamento difficili da conseguire, come dimostrano le difficoltà incontrate dalle SSIS.

Infine i condizionamenti sociali e culturali di ciascun alunno rappresentano per l'insegnante consapevole delle vere e proprie forche caudine.

Come insegnanti abbiamo l'obbligo morale di affrontare la questione infatti la cultura mediatica rigurgita di riferimenti (folcloristici) al mondo microscopico, la stessa pubblicità saccheggia a man bassa questo repertorio e la parola "molecola" è tra le più inflazionate nonostante che si tratti di un concetto nodale della visione del mondo [20].

*Riuscire ad introdurre un corretto e precoce insegnamento di tali argomenti, significherebbe fornire alle persone culturalmente più indifese un antidoto contro i discorsi sciamanici della pubblicità, contro la pressione psicologica degli imbonitori politici e contro gli atteggiamenti antiscientifici e oscurantisti di molte associazioni. Penso viceversa che non ci sia difesa contro la cattiva divulgazione scientifica.*

Un incoraggiamento a trovare una soluzione ci può venire da Vygotskij [1] il quale sottolinea la potenza del linguaggio come strumento di trasmissione culturale se usato in un contesto culturale adeguato. Il contesto culturale ha il potere di rendere accessibili argomenti che di per sé risulterebbero molto più ardui; non si spiegherebbe altrimenti la correlazione, che in una certa misura esiste, tra sviluppo filogenetico e sviluppo ontogenetico.

Più analiticamente possiamo dire che la difficoltà maggiore risiede non tanto nel presentare precocemente la struttura particellare della materia ma nello stabilire un rapporto di causa e d'effetto tra le proprietà delle particelle ed i fenomeni macroscopici; tuttavia questa operazione non si presenta sempre con lo stesso grado di difficoltà, infatti i fanciulli che arrivano spontaneamente ad ipotizzare una struttura particellare della materia [18], lo fanno per poter spiegare la dissoluzione dello zucchero nell'acqua, partendo dal principio che lo zucchero non sparisce (principio di conservazione).

In mancanza di una visione più completa dei processi d'apprendimento, volendo affrontare il problema, è necessario procedere empiricamente e con gradualità.

Intanto sulla scia di quanto suggerisce



Piaget, dobbiamo curare che siano stati acquisiti alcune modalità di pensiero fondamentali, mi riferisco ai principi di conservazione, al concetto di reversibilità, il concetto di trasformazione e così via. Quindi dobbiamo tenere distinti il momento in cui si introduce la struttura particellare della materia dal momento in cui si usano questi modelli per spiegare i fenomeni osservati. Il primo stadio è accessibile mentre il secondo stadio non è detto che si debba conseguire subito, soprattutto non è detto che si debba conseguire contemporaneamente in tutti i fenomeni, come si è detto, aspetti dell'apprendimento apparentemente equivalenti possono presentare difficoltà cognitive molto diverse<sup>1</sup>. La gradualità richiede anche che nell'uso degli strumenti di rappresentazione, modelli o simili, si debba rispettare una certa progressività. A mio avviso la sequenza da rispettare è la seguente: *similitudini ed analogie esplicite* → *metafore* → *metamodelli* → *modelli compositi* → *modelli iconici* → *modelli grafici* → *modelli matematici*. Queste sono rarefatte proposte di lavoro, in parte suggerite dall'esperienza che però avrebbero bisogno di essere supportate da ricerca e sperimentazione.

### Bibliografia

- [1] O. Liverta Sempio (a cura di), "Vygotsky, Piaget, Bruner: concezioni sullo sviluppo", Cortina Ed., Milano, 1998.  
 [2] E. Aquilini, *CnS-La Chimica nella Scuola*, 2003, **25**, 19.  
 [3] E. Niccoli, *CnS-La Chimica nella Scuola*, 2003, **25**, 43.  
 [4] E. Niccoli, *CnS-La Chimica nella Scuola*, 1996, **18**, 24.  
 [5] E. Roletto, P. G. Albertazzi, A. Regis, *CnS-La Chimica nella Scuola*, 1996, **18**, 14.  
 [6] E. Roletto, P. G. Albertazzi, A. Regis, *CnS-La Chimica nella Scuola*, 1996, **18**, 37.  
 [7] E. Niccoli, in A.A.V.V. "Fondamenti Metodologici ed Epistemologici, Storia e Didattica della Chimica", vol. 2, pag.165, S.T.A.R. CNR, Pisa, 1998  
 [8] a) E. Niccoli, *La Didattica*, 1997, **4**, 93.  
 b) E. Niccoli, *La Didattica*, 1998, **1**, 80.  
 [9] A. Tifi, *CnS-La Chimica nella Scuola*, 2003, **25**, 21.  
 [10] A. Tifi, *CnS-La Chimica nella Scuola*, 2003, **25**, 91.  
 [11] E. Niccoli, *CnS-La Chimica nella Scuola*, 2003, **25**, 92.  
 [12] B. Walliser, "Sistèmes et modèles", Seuil, Paris, 1977.<sup>2</sup>

- [13] K. Frey "Teorie del curricolo", Feltrinelli Editore, Milano, 1977  
 [14] P. Boscolo "Cibernetica e didattica", La Nuova Italia Editrice, Firenze, 1969  
 [15] V. Balzani, A. Credi, M. Venturi, *La Chimica e l'Industria*, 2003, **85**, 61.  
 [16] N. H. Chanteau, T. Ruths, J. M. Tour, *J. Chem. Ed.*, 2003, **80**, 395.  
 [17] J. H. Flavell, "La mente dalla nascita all'adolescenza nel pensiero di Jean Piaget", Astrolabio Ed., Roma, 1971  
 [18] J. Piaget, B. Inhelder, "Lo sviluppo delle quantità fisiche nel bambino: conservazione e atomismo", La Nuova Italia Ed., Firenze, 1971  
 [19] J. Piaget, B. Inhelder, "L'immaginario mentale nel bambino", La Nuova Italia Ed., Firenze, 1974  
 [20] G. Villani, "La chiave del mondo", CUEN Ed., Napoli, 2001

<sup>1</sup> Come riferiscono Piaget e Inhelder, nelle operazioni che comportano cambiamenti di forma ad esempio di liquidi, avviene il riconoscimento della conservazione della quantità di materia (massa) nella misura dell'84% all'età di nove anni, il riconoscimento nelle stesse operazioni della conservazione del volume viene acquisito nella stessa misura tre anni dopo.

<sup>2</sup> Bibliografia non consultata direttamente dall'autore.

## DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

# Formazione scientifica in rete: qualche tipologia e qualche problema

Il contributo riportato è stato presentato all'XIII Congresso Nazionale della Divisione di Didattica tenutosi a Torino dal 22 al 26 giugno nell'ambito del Congresso Nazionale della SCI "SCI2003".

### 1. Premessa

In molte sedi universitarie italiane si stanno attivando corsi a distanza, sia per cercare di introdurre metodologie e tecnologie didattiche innovative nel sistema formativo esistente, sia per ovviare a diversi problemi logistici e non (in particolare sedi staccate, necessità di frequenza effettiva da parte degli studenti a fronte della lontananza del luogo di residenza o di situazioni di lavoro, carenza di aule, ecc.). In diverse regioni una grossa spinta ad intraprendere questa via è stata l'attivazione delle strutture formative universitarie per gli insegnanti (Corso di laurea e Scuola di specializzazione, come previsto dal Decreto istitutivo DM 26.5.1998) che hanno messo ancora più

(\*) Centro Interfacoltà per la Ricerca Educativa e Didattica; SSIS del Veneto. Università Ca' Foscari Venezia

GIANNI MICHELON (\*)

in luce esigenze e problemi di carattere logistico.

Queste iniziative evidenziano però diverse tipologie organizzative dei corsi dal punto di vista sia formale sia sostanziale.

Potremmo classificarle in quattro categorie - fatta salva la possibilità di sistemi misti, che si possano cioè riconoscere in due o più delle categorie di seguito elencate - caratterizzabili in base al tipo di materiale fornito; questo, a sua volta, condiziona metodologie di trasmissione diverse.

Essenzialmente, e in ordine di complessità crescente (ordine che segue, in pratica, anche lo sviluppo cronologico di queste iniziative negli ultimi anni):

#### 1.1. materiale cartaceo

#### 1.2. lezioni video-registrate

#### 1.3. corsi in autoistruzione

#### 1.4. corsi guidati in rete

Cercheremo di analizzare le quattro categorie dal punto di vista delle metodologie di trasmissione, delle caratteristiche che li contraddistinguono dalle altre, dei vantaggi e dei problemi che possono presentare. Caratteristica negativa comune alle prime due categorie (1.1. e 1.2.) è quella di essere centrate sull'insegnamento e sul docente (come, d'altronde in generale, la didattica tradizionale in senso stretto); per le altre due categorie (1.3. e 1.4.) subentra invece, sempre che la progettazione didattica sia stata accurata, la caratteristica di essere centrate sull'apprendimento e perciò sull'utente. Occorre inoltre ricordare che, per tutte queste tipologie, esiste comunque un

problema non indifferente e spesso quasi ignorato: quello del *copyright* dei materiali utilizzati, sia testuali, sia iconici; questo benché, nell'attuale incertezza legislativa, si consideri generalmente che tutto ciò che è reperibile in rete internet sia effettivamente utilizzabile da chiunque, previa indicazione della fonte (ma per altre tipologie di fonti questa posizione non è sicuramente valida).

È necessario anche considerare, prima, alcune caratteristiche generali che riguardano le possibili modalità di messa in opera dei corsi "a distanza" -sempre che l'interazione via rete sia prevista- raggruppabili, a loro volta ed essenzialmente, in tre categorie, legate alle diverse modalità di gestione/utilizzazione:

- **utilizzo completa on-line**

questa modalità comporta (almeno nella situazione attuale e tenendo presente che gli utenti devono di solito collegarsi dalla propria abitazione) alto costo per i collegamenti dovuto anche alla frequente lentezza delle linee, ma permette sicuramente un aggiornamento continuo;

- **utilizzo completa off-line**

i materiali sono forniti o in formato video-cassetta, CD-ROM, DVD, oppure mediante rete (*download*), oppure direttamente come materiale cartaceo; questa modalità, ha costi iniziali bassi, visto che masterizzazioni o scarico e stampa dei materiali hanno un costo iniziale ragionevole, ma l'aggiornamento dei materiali risulta complicato e costoso se non inattuabile, dato che ogni stadio di aggiornamento dovrebbe prevedere una nuova masterizzazione o un nuovo *download*; la conseguenza è che quanto viene prodotto inizialmente di solito non viene più modificato in alcun modo e gli utenti non possono portare contributi fattivi;

- **utilizzo mista on-off**

questa modalità consiste nella consultazione, anche senza collegamento alla rete (*off-line*), di materiali consegnati o scaricati in precedenza e in fasi di interazione programmate *on-line* (mediante posta elettronica, forum, *newsgroup* ecc.); ha il vantaggio di avere costi iniziali ragionevoli e di permettere le interazioni necessarie con collegamenti per tempi ridotti, perciò con minori costi; eventuali aggiornamenti sono agevoli soltanto via rete (si può infatti fornire solo le parti modificate); dalle esperienze effettuate finora questa metodologia è la più gradita da parte degli utenti: infatti possono lavorare sul materiale anche se non hanno

sempre a disposizione un PC collegato; resta comunque la necessità che, periodicamente e in base alle indicazioni del docente o dei tutor, si colleghino per le attività di carattere interattivo.

### 1.1. materiale cartaceo

Si tratta del tradizionale (ormai superato) sistema di corsi "a distanza"; le modalità di trasmissione possono essere quella postale, quella via fax, quella (più attuale) via posta elettronica; è tuttavia un sistema che quasi tutti abbandonano a favore di metodologie/tecnologie più avanzate ed adeguate ai moderni mezzi di comunicazione disponibili.

Ognuna di queste procedure presenta problemi specifici difficilmente superabili e, comunque, un rapporto costi/benefici piuttosto alto. In particolare:

- la trasmissione di materiali per via **postale** comporta alti costi di gestione per le spedizioni (sia per il docente sia per lo studente), un enorme consumo di carta, lentezza delle procedure (lo stadio di criticità o *rate determining step* è sicuramente costituito dal tempo necessario negli spostamenti del materiale con questo mezzo, che si sovrappone ai tempi effettivi di lavoro da parte del docente e degli studenti), difficoltà di archiviazione della documentazione a causa della grande mole di carta in circolazione, il bassissimo livello di interazione che, comunque, si limita, quando c'è, alla semplice interazione uno a uno (docente/studente);

- la seconda tipologia di trasmissione, **via fax**, permetterebbe di accelerare i tempi di spostamento del materiale, ma sussisterebbero comunque tempi lunghi per gli invii (che, si ricorda, sono individuali in questo caso), gli alti costi di collegamento telefonico e, soprattutto, l'inagibilità del mezzo da parte degli utenti, sia in ricezione sia in spedizione. Nemmeno gli altri problemi accennati (archiviazione, consumo di carta, livello di interazione) verrebbero risolti;

- la terza tipologia, che sfrutta l'ormai diffusa disponibilità di comunicazione **via posta elettronica**, se presenta i vantaggi che la spedizione di materiali in allegato avviene in tempo reale e che è possibile l'invio contemporaneo a tutta la "classe" mediante l'organizzazione di una *mailing-list*, appare come un anacronistico utilizzo di mezzi di comunicazione avanzati per metodologie didattiche ormai datate; il sistema avrebbe comunque il vantaggio di per-

mettere interazioni plurime, molto più funzionali all'apprendimento a distanza, visto che, utilizzando la rete, c'è la possibilità di comunicare agevolmente tra docente e studenti e tra studenti e studenti; sfruttando tale modalità di trasmissione dei materiali, sarebbe possibile anche l'attivazione di forum o *newsgroup*.

### 1.2. lezioni video-registrate

Anche questa metodologia non è certo nuova: si pensi, per esempio, al ben noto progetto del Consorzio Nettuno.

Vengono registrate elettronicamente lezioni dei docenti, che vengono poi fornite in video-cassetta o (attualmente) anche in formato CD o DVD.

Questa metodologia è relativamente semplice da applicare, anche se esige risorse logistiche specifiche per la sua realizzazione (non ultime la presenza di competenze tecniche e di regia per evitare di produrre materiali estremamente noiosi e poco comunicativi) e di disponibilità, da parte dell'utente, di sistemi di lettura non ancora (fatto salvo il formato CD-ROM) così diffusi da permettere un facile utilizzo del materiale fornito.

Questa tipologia di materiali didattici presenta comunque diversi difetti di fondo:

- manca quasi sempre una mirata progettazione didattica dei corsi che si devono configurare come corsi "a distanza" e non come semplici registrazioni di lezioni in presenza (che hanno, di per sé, ben altre caratteristiche);
- l'aggiornamento dei materiali è praticamente impossibile se non ad alti costi (di tempi, di produzione e di distribuzione);
- se in formato video-cassetta (il più comune, per ora), implica un notevole ingombro e un notevole dispendio di tempo per la gestione (per rivedere una parte della lezione è necessario scorrere quasi empiricamente il nastro)
- se in formato CD-ROM o DVD, dato che l'impegno di memoria delle video-sequenze è molto alto, esige un alto numero di dischi ma, se ben strutturati, permetterebbe di raggiungere facilmente il punto di consultazione desiderato;
- l'interazione docente/studente (e ancor più quella studente/studente) è pressoché nulla, a meno che non si preveda l'istituzione di figure esperte della materia che siano in grado di mediare tali rapporti (figure assimilabili a quelle dei *tutor on-line* di cui si parlerà poi).

### 1.3. corsi in autoistruzione

Essi sono appositamente creati per l'autoistruzione, cioè per una gestione totalmente autonoma; possono essere forniti in formato CD-ROM o messi a disposizione attraverso la rete internet; sono di difficile realizzazione a causa del tempo e delle competenze necessari per la loro progettazione, per la realizzazione (sia per i testi sia per le immagini e la grafica), per organizzare tutto il materiale in modo razionale e funzionale all'utenza, per mettere in opera il sistema; implicano perciò un oneroso lavoro in *team* con intervento coordinato di figure con competenze molto diversificate (esperti di didattica e della materia, di grafica, di comunicazione, di gestione di SW applicativi, di valutazione, ecc.).

In generale sono strutture di tipo più o meno ipertestualizzato; dovrebbero prevedere anche strumenti interni di autovalutazione (tanto più perché sono "in autoistruzione") e possono avere anche l'appoggio di tutor, ma non necessariamente.

I problemi per realizzarli e gestirli sono vari, in aggiunta a quanto sopra esposto, per esempio:

- tempi lunghi per la progettazione didattica (oltre alla scontata necessità di competenze specifiche nel settore);
- tempi lunghi e complessità per la realizzazione dei materiali testuali e iconici;
- necessità di un accurato controllo di tutte le funzioni previste (*debugging*);
- disponibilità di un server sufficientemente potente per sopportare il prevedibile carico di accessi (se fornito mediante rete);
- necessità di un sistema di diffusione e distribuzione (se previsto in formato CD-ROM):
- difficile aggiornamento dei materiali da parte dell'autore (più semplice se il materiale è in rete; molto più complesso se in formato CD-ROM, dato che sarebbe necessaria sia una rimasterizzazione sia una nuova distribuzione);
- mancanza generale di *feed-back* (almeno che non sia previsto almeno un forum di discussione).

### 1.4. corsi guidati in rete

Le analogie con i corsi in autoistruzione sono evidenti, quanto meno a livello di realizzazione e di messa in opera; ma prevedono altre condizioni essenziali per la loro gestione; nonostante le innegabili difficoltà, essi mostrano interessanti prospettive, in particolare riguardo al *cooperative learning*.

Settembre - Ottobre 2003

Rispetto ai corsi su menzionati presentano alcuni problemi aggiuntivi, identificabili nelle necessità di:

- organizzazione di un accurato calendario che tenga conto di vari parametri (tempi prevedibili di apprendimento, suddivisione del materiale in "lezioni" legate all'effettivo carico didattico in base al sistema ECTS, definizione di strumenti di controllo dei tempi, delle scadenze, delle frequenze);
- individuazione di possibili *tutor on-line* (essenziali quando ci siano alti numeri di utenti) esperti della materia, con i costi implicati;
- formazione preliminare dei tutor non ancora esperti sulle modalità di interazione (via posta elettronica, forum, *newsgroup*, eventuale *chat*);
- organizzazione di almeno una lezione preliminare in presenza (per introdurre gli studenti alle modalità di gestione del corso) e di una o più, in itinere per il *feed-back*;
- elaborazione di strumenti di valutazione in itinere (con la funzione di controllo delle presenze, di autovalutazione e funzionali alla valutazione sommativa finale);
- stretto coordinamento tra le figure attive nel corso (docente, studenti, tutor, web-master);
- organizzazione razionale di strumenti di interazione, uno a uno (posta elettronica), uno a molti (posta elettronica mediante *mailing-list* e forum), molti a molti (forum, *newsgroup*, *chat*);
- attività costante di un *web-master* per la creazione degli strumenti di interazione, per la loro messa in opera, per la gestione e per gli aggiornamenti che si presentino necessari.

### 2. motivazioni dell'uso della rete

Se le difficoltà sono tante, perché allora utilizzare la rete?

Possiamo individuare, in base alle esperienze finora effettuate (sperimentazione di un corso universitario in un corso di laurea, nel 1999; sperimentazione e gestione di corsi on-line nell'ambito della SSIS del Veneto dal 2000 ad oggi) alcune motivazioni di fondo per questa scelta:

- cercare di ridurre alcuni problemi temporali ed economici per gli spostamenti degli studenti; è chiaro che, se nell'ambito della SSIS, che ormai si è dotata di un centinaio di corsi *on-line*, questo aspetto assume notevole importanza, nel caso di corsi di laurea universitari il vantaggio ci sarebbe soltanto se ci fosse la disponibilità di un numero di corsi teorici sufficiente per

permettere una frequenza saltuaria (solo per le poche lezioni in presenza) durante un semestre, riservando all'altro semestre tutti i corsi di laboratorio (per i quali è assolutamente esclusa la possibilità di corsi on-line);

- creare i presupposti per un sistema di educazione permanente (*lifelong learning*) a distanza per l'aggiornamento e la riqualificazione in itinere; questo presuppone, evidentemente, una struttura in grado di erogare i corsi e di assistere gli utenti mediante tutorato a distanza; a mio parere è uno degli obiettivi primari per il futuro, anche per alcune specificità delle attività in rete (per esempio le possibilità di consultazione individuale e autogestita nei tempi, di interazione asincrona, di disponibilità di funzioni di ricerca sul materiale e in rete, di condivisione di materiali didattici, di discussione tematica a distanza, di autovalutazione dei risultati conseguiti)

- creare competenze aggiuntive, e trasversali rispetto agli obiettivi disciplinari dei corsi, negli utenti: uso delle reti e dei motori di ricerca, dimestichezza con le modalità di comunicazione a distanza (*e-mail*, forum, *newsgroup*, *chat*), consapevolezza della efficacia dell'apprendimento collaborativo, ecc.;

- sperimentare nuove metodologie didattiche che possano risultare (ma è tutto da vedere!) efficaci ed efficienti almeno quanto le metodologie tradizionali e che siano più adeguate rispetto alla diffusione delle nuove tecnologie (nelle quali i giovani sono sicuramente più aggiornati e motivati di molti di noi);

- stimolare alla creazione di nuovi materiali (da condividere e/o diffondere via rete) per facilitare quel sistema di educazione permanente che è auspicabile per il futuro, ma anche per permettere l'organizzazione di grossi blocchi di corsi universitari a distanza (come si diceva prima, qualche corso serve a poco...);

- attivare nuove forme di collaborazione a distanza; le nuove tecnologie elettroniche ed informatiche sono già ampiamente utilizzate dai giovani (anche per l'enorme mercato che gira attorno a ciò) per comunicare tra loro; perché non sfruttarle anche per la loro formazione visto che offrono la possibilità di interagire con giovani di paesi anche lontanissimi?;

- ottimizzare le modalità di interazione uno a uno, uno a molti, molti a molti; la motivazione è affine a quella appena ricordata; è importante che si crei anche la coscienza delle possibilità

insite nel mezzo;

- facilitare l'organizzazione di reti di università e di scuole; in questi ultimi tempi c'è stato un notevole fermento in questo settore e ciò permette ora interazioni quasi impensabili anche solo un decennio fa, rendendo anche più agevoli i rapporti tra università e scuola che hanno sempre sofferto di carenze sia ideologiche sia anche strutturali.

### 3. punti di interesse nell'organizzazione di corsi *on-line*

Come abbiamo visto, struttura organizzativa e gestione dei corsi via rete sono piuttosto complesse.

Oltre alle su accennate problematiche connesse con la realizzazione dei materiali e con l'organizzazione temporale necessaria per gestirli, credo sia opportuno evidenziare altri nodi importanti perché essi abbiano successo.

Occorre porre attenzione, in particolare a:

#### 3.1. figure coinvolte e loro funzioni

##### 3.1.1. utente-partecipante

##### 3.1.2. docente

##### 3.1.3. tutor metodologico

##### 3.1.4. tutor *on-line*

##### 3.1.5. *web-master*

#### 3.2. possibili modalità di attuazione

#### 3.3. valutazione nei corsi *on-line*

##### 3.3.1. iniziale-diagnostica

##### 3.3.2. formativa in itinere

##### 3.3.3. sommativa finale

#### 3.4. valutazione dei corsi *on-line*

Cercheremo di analizzare questi vari punti, e i nodi cui, in base all'esperienza, occorre porre particolare attenzione. Questi punti verranno esposti in modo molto schematico anche perché la loro trattazione approfondita sarebbe troppo lunga.

#### 3.1. figure coinvolte e loro funzioni

Nell'organizzazione e nella gestione dei corsi entrano in gioco figure diverse, ognuna con proprie funzioni specifiche; se qualcuna di esse verrà trascurata, i rischi di fallimento (totale o parziale) aumenteranno:

##### 3.1.1. utente-partecipante

Assimilabile allo studente tradizionale, ma con compiti anche aggiuntivi; deve, in linea di massima:

- interagire con le altre figure attive nel sistema;
- rispettare rigorosamente l'eventuale calendario predisposto per le varie attività e per lo studio dei materiali;
- partecipare attivamente, cioè consultare con regolarità i materiali in rete, con-

tribuire alla discussione nei forum e nei *newsgroup* tematici, rispondere sollecitamente alle *e-mail* ricevute dai tutor;

- collaborare mediante produzione di materiali nuovi e affinamento di quelli già presenti o presentati in itinere da altri utenti o da tutor o docente.

##### 3.1.2. docente

È il promotore del corso e il garante del suo funzionamento, nonché punto di riferimento culturale per le altre figure; l'elenco di funzioni che segue rende conto anche della difficoltà di ampliare il ridotto "parco" di docenti disponibili ad intraprendere iniziative di questo tipo a causa del notevole impegno (anche temporale oltre che intellettuale) che esse comportano (la didattica tradizionale appare, al confronto, ...di tutto riposo); il docente, infatti:

- prepara e organizza razionalmente i materiali didattici iniziali e li aggiorna in itinere (con la collaborazione di esperti nel caso non sia in grado di coprire tutte le esigenze per la realizzazione dei materiali);
- prepara e aggiorna strumenti di valutazione e di autovalutazione, coordinandosi con i tutor per la valutazione iniziale e in itinere (punti 3.3.1. e 3.3.2.);
- definisce, in accordo coi tutor, le modalità di gestione del corso e delle relative attività previste;
- fornisce approfondimenti nel settore di competenza, in base alle richieste degli utenti e dei tutor che gli pervengono via *e-mail* o forum;
- partecipa ai forum e ai *newsgroup* commentando periodicamente i contributi ivi inseriti e stimolando, anche con contributi personali, alla loro frequentazione ed efficacia;
- mantiene stretti e costanti contatti con i tutor (metodologico e *on-line*) e con *web-master*.

##### 3.1.3. tutor metodologico

È una figura solo apparentemente accessoria; è il punto di riferimento per l'applicazione di corrette metodologie applicative del corso ed è attivo soprattutto (ma non solo) nelle fasi iniziali delle attività a distanza; in particolare:

- concorda col docente la composizione (anche numerica) delle classi virtuali degli utenti in base alle attività previste, e i tutor cui esse vengono affidate;
- provvede alla alfabetizzazione informatica di nuovi utenti e alla formazione iniziale dei tutor *on-line* che non siano in possesso delle requisite abilità necessarie per la gestione del mezzo informatico e delle modalità operative;

- coordina le attività didattiche e formative, dal punto di vista della loro organizzazione, in accordo col docente;
- fornisce assistenza alle varie figure dal punto di vista delle metodologie di interazione quando subentrino problemi.

##### 3.1.4. tutor *on-line*

Rappresenta la figura cardine del sistema e deve essere esperto della materia; se essa non funziona, il sistema stesso va in crisi. Il numero di tutor *on-line* va valutato dal docente con il tutor metodologico a livello preliminare, in base alla numerosità degli utenti del corso e delle attività previste (e, purtroppo, anche dei costi); il rapporto numerico ottimale utenti/tutor, se si mira ad un sistema efficace ed efficiente e se il corso prevede molte attività di interazione, non dovrebbe superare il valore di 15-20. Il tutor *on-line*, in pratica:

- coordina la classe virtuale affidatagli e le sue attività (concordate col docente);
- controlla e corregge eventuali risposte richieste (perciò occorre competenza nel settore), tenendo in considerazione lo sviluppo in itinere dell'apprendimento individuale dei componenti della classe (punto 3.3.2.);
- controlla la frequenza di partecipazione individuale alle varie attività previste;
- stimola alla partecipazione ai forum e ai *newsgroup* i componenti della sua classe, ne commenta i contributi, porta anche contributi personali e funge eventualmente da moderatore se necessario;
- motiva e mantiene attiva la partecipazione di tutti i componenti della classe alle fasi del corso e li assiste dal punto di vista didattico;
- mantiene contatti costanti col docente e con gli altri tutor per evitare difformità di comportamento nelle varie classi.

##### 3.1.5. *web-master*

È l'anima nascosta del sistema; l'utente non lo vede e, generalmente, non ne valuta l'importanza ma, se non ci fosse, il sistema crollerebbe per mancanza di supporto tecnico e tecnologico. Il *web-master*, praticamente:

- progetta e imposta il sito su basi comunicative e di efficienza; questo aspetto, apparentemente solo estetico, è invece fondamentale dal punto di vista della comunicazione: un sito poco allettante, confuso, disorientante, è destinato (salvo imposizioni didattiche) all'abbandono o, comunque, ad una bassa frequenza di accessi;
- mette in opera (implementa) e aggiorn-

na il sito inserendo i materiali pervenuti in accordo col docente; questo implica un lavoro che si dilata su tempi lunghi: prima, durante e subito dopo il corso;

- imposta e controlla regolarmente e con frequenza la funzionalità di forum, *newsgroup* ed eventuali *chat* (che annullano però uno dei maggiori vantaggi del lavoro in rete: l'asincronicità delle interazioni);

- fornisce supporto HW e SW se necessario, al docente, ai tutor, agli utenti.

### 3.2. possibili modalità di attuazione

È chiaro che le modalità possono variare, anche molto, in base alla tipologia del corso, alla sua durata, alle sue scadenze, alle attività previste, alla numerosità degli utenti, alla disponibilità di tutor *on-line*, alla disponibilità di figure tecniche e metodologiche ecc.

Alcuni punti di attenzione nell'organizzazione del corso possono essere:

- organizzazione di un calendario prevedendo scadenze predefinite per l'erogazione di ogni singolo modulo o lezione e "periodi" unitari (es.: una settimana o due) per le attività di studio e lavoro;

- predisposizione di strumenti di valutazione e/o autovalutazione che devono essere collegati con il singolo modulo o lezione e che devono essere utilizzati entro scadenze anch'esse predefinite per evitare allungamenti nei tempi di sviluppo del progetto;

- organizzazione e gestione di modalità per le comunicazioni asincrone via e-mail sia uno a uno, sia uno a molti;

- aggiornamento periodico della pagina web con gli approfondimenti forniti sulla base delle domande pervenute dagli utenti;

- organizzazione ed eventuale moderazione di un *web-forum* in tempo asincrono su tematiche particolari (comunicazione molti a molti);

- eventuale organizzazione di modalità di *chat* in tempo sincrono; questa modalità esclude però (come già detto) uno dei vantaggi della rete, quella di poter interagire autonomamente scegliendo tempi e luoghi;

- coordinamento stretto e periodico tra docente e tutor *on-line* per definire e mantenere linee operative coerenti ed omogenee nelle attività degli utenti e, soprattutto, nella loro valutazione in itinere da parte dei tutor.

### 3.3. valutazione nei corsi *on-line*

All'interno dei corsi e come parti essenziali di essi è necessario prevedere, programmare e organizzare modalità e stru-

menti di valutazione che possono essere inquadrabili in base alla tipologia e ai tempi. In particolare si possono individuare fasi valutative diverse, ognuna con caratteristiche loro proprie, di seguito sinteticamente descritte:

#### 3.3.1. iniziale-diagnostica

La prima fase, di carattere diagnostico, vuole individuare i requisiti che, "a priori", vengono considerati essenziali per frequentare con successo il corso; generalmente può essere effettuata mediante questionari a risposta multipla o tracce tematiche a risposta aperta o, ancora, colloqui in presenza; come minimo occorre un esame di titoli e del curriculum di studi individuale. Questa valutazione ha la sua utilità se si prevedono interventi formativi per sopprimere alle eventuali carenze evidenziate oppure una (difficile e complessa, dati i tempi a disposizione) revisione del materiale del corso in base alla presenza di carenze particolari; altrimenti è pressoché inutile.

#### 3.3.2. formativa in itinere

Questa tipologia di valutazione, estremamente utile sotto diversi aspetti, deve essere attuata periodicamente ma con costanza durante tutto il corso e serve per verificare adeguatezza qualitativa e quantitativa dell'apprendimento rispetto agli obiettivi formativi; assume generalmente anche una funzione autovalutativa poiché gli allievi ricevono indicazioni e correzioni sulle loro risposte e sui loro contributi almeno ad ogni stadio o scadenza predefinita del corso (le "lezioni", per esempio); tali indicazioni possono essere individualizzate (soprattutto nei casi molto problematici) oppure anche generali (di classe). Anche questa tipologia di valutazione dovrebbe presupporre interventi formativi mirati (individuali o collettivi) in caso di valutazione negativa o insufficiente; ma il fuoco di questa valutazione è anche il controllo dello sviluppo individuale dell'apprendimento. Un altro dei vantaggi è che l'utente non avrà sorprese nella valutazione finale essendo a conoscenza progressivamente del suo percorso di apprendimento.

#### 3.3.3. sommativa finale

Ha luogo, ovviamente, alla fine del corso ed è assimilabile per molti aspetti al tradizionale "esame finale", ma, in questo contesto organizzato di valutazione progressiva, assume valenza di maggiore oggettività e minore incertezza sul

risultato. Proprio per queste ragioni, in tale situazione l'esame finale perde quell'alone di "prova del fuoco" aleatoria e angosciata per molti studenti. Può consistere in prove scritte e/o orali e/o pratiche, ma non può prescindere dalla valutazione formativa in itinere che ne costituisce, per così dire, il punto di riferimento. Ha come obiettivo la valutazione finale dell'apprendimento individuale ma anche, indirettamente e considerando i risultati finali per tutto il corso, una valutazione dell'efficacia e dell'efficienza del corso stesso, permettendo così di avere indicazioni concrete su possibili revisioni critiche dei materiali e/o delle metodologie adottate.

### 3.4. valutazione dei corsi *on-line*

Oltre al contributo valutativo dei corsi proveniente dalla valutazione sommativa finale (accennato al punto 3.3.3.), è possibile anche analizzare alcuni parametri numerici oggettivi che possiamo considerare significativi rispetto alla partecipazione attiva degli utenti, essendo questa un punto essenziale in corsi a distanza. Ciò presuppone l'impostazione, dall'inizio, di un sistema di monitoraggio, per esempio su:

#### 3.4.1. interazioni *e-mail* docente-utenti e utenti-docente

Generalmente il numero e il tipo di interazioni è legata a problemi particolari (difficoltà di rapporto dell'utente col suo tutor, lamentele e recriminazioni su valutazioni in itinere considerate non adeguate, delucidazioni richieste su parte dei materiali didattici, problemi burocratici, ecc.); in effetti l'interazione principale programmata è con i tutor. Non è un parametro di per sé molto significativo, ma può evidenziare, appunto, problemi che è possibile così risolvere in tempo reale.

#### 3.4.2. interazioni *e-mail* docente-tutor e tutor-docente

Questa tipologia di interazione è collegata spesso alla tipologia precedente; se i tutor sono correttamente formati dall'inizio, se non subentrano problemi o necessità di comunicazioni urgenti o di problematiche emerse nei rapporti con gli allievi, assume di solito dimensioni trascurabili.

#### 3.4.3. interazioni *e-mail* tutor-utenti e utenti-tutor

È sicuramente la tipologia di interazione di maggiore importanza anche dal punto di vista numerico (per



ogni tutor raggiunge molto spesso numeri dell'ordine di  $2,1-2,2 \times n \times m$ , se  $n$  è il numero dei componenti della classe e  $m$  il numero delle "lezioni"; il tutor, interlocutore privilegiato dei componenti della sua classe, riceve dai singoli allievi le risposte alle domande previste dal corso, ne commenta i risultati collettivamente o individualmente (ove qualcuno presenti difficoltà specifiche e/o trattabili solo a livello personale); riceve commenti in merito (spesso individuali) e dialoga correntemente con gli allievi; riceve richieste di chiarimenti e risponde in merito... Talvolta questo rapporto assume anche risvolti di carattere personale.

#### 3.4.4. contributi al forum di docente e tutor

Altro punto di controllo importante è il forum (o i *newsgroup* tematici se organizzati). Docente e tutor stimolano gli allievi a contribuire al forum, inizialmente con una autopresentazione per "rompere il ghiaccio" (per ora, ma il problema si sta affievolendo, c'è molta ritrosia da parte degli allievi ad esporre pubblicamente con materiale scritto, mentre ce n'è molta meno a livello verbale).

Ulteriori stimoli vengono forniti proponendo tematiche di discussione o re-indirizzando discussioni che tendano a deviare rispetto agli obiettivi prefissati.

#### 3.4.5. contributi al forum di utenti

Questo è un parametro quantitativo e qualitativo molto interessante perché si evidenziano, da un'analisi dei contributi e dei "contribuenti" la disponibilità a mettersi in discussione e a sostenere le proprie idee; vengono in luce anche aspetti particolari delle personalità individuali, come interessi e cultura personale, pensiero divergente e creativo, capacità di fungere da leader (ma anche, ovviamente, il contrario di tutto questo); questa analisi dovrebbe incidere fortemente anche sulla valutazio-

ne formativa in itinere individuale.

Un alto numero di contributi di buon livello e di discussioni critiche sui temi proposti o emersi è anche un segno tangibile dell'apprendimento collaborativo (*cooperative learning*) che dovrebbe costituire uno degli obiettivi trasversali primari dei corsi a distanza. In questi 4 anni di lavoro nella SSIS, nei corsi *on-line* del settore chimico, si è evidenziato un progressivo e significativo aumento dei contributi (peraltro molto condizionato dalla personalità del tutor).

#### 3.4.6. numero, voto e data di quanti hanno superato l'esame

Anche questi sono parametri significativi per valutare l'efficienza del corso. Un corso a distanza, vista la programmazione rigorosa dei tempi e se la scansione delle attività è stata corretta, dovrebbe portare buona parte degli allievi a superare l'esame finale nella prima sessione utile dopo la conclusione del corso. Un altro parametro è sicuramente la media dei voti ottenuti nella sessione (che sarebbe ancora più significativo se potesse essere confrontato con un ipotetico corso tradizionale parallelo); la media dei voti può essere anche commisurata con la valutazione iniziale-diagnostica.

Dalle esperienze effettuate sia nell'ambito del corso di laurea (sperimentato purtroppo una sola volta per vari motivi) sia, in particolare, nell'ambito della SSIS, i risultati rispetto a quest'ultimo punto sono ottimi: generalmente superano l'esame nella prima sessione utile almeno il 90% degli allievi; questo anche grazie alla preziosa collaborazione dei tutor che riescono a guidare gli allievi nel difficile percorso indirizzandoli lungo la via migliore; ne è un chiaro sintomo l'andamento positivo nel rendimento di quasi tutti gli allievi: non è raro il caso di chi parte malissimo e poi migliora a vista... raggiungendo livelli ottimali prima dell'esame finale.

Dati numerici sul corso di Didattica della

chimica on-line del 2001-2 sono stati già presentati, per esempio nel Convegno "Tra il dire e il fare" ad Alghero nel gennaio del 2003, a livello esemplificativo.

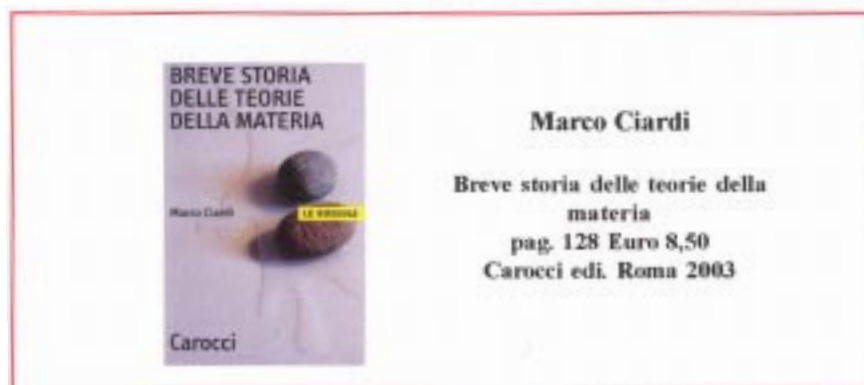
#### 4. corsi attualmente disponibili in rete

I corsi seguenti sono stati immessi in rete in date diverse (tra parentesi la data di nascita) ed eventualmente modificati in seguito; tenendo presente che talvolta subiscono variazioni di indirizzo per ragioni logistiche od organizzative (cambio di server, per esempio), attualmente sono liberamente utilizzabili (fatti salvi i diritti di copyright!!!) i corsi:

- chimica generale (dicembre 1999)  
<http://helios.unive.it/~chem2000/Default.htm>
- didattica della chimica (febbraio 2000)  
[http://www.univirtual.it/corsi/fin2001\\_I/miche/default.htm](http://www.univirtual.it/corsi/fin2001_I/miche/default.htm)
- fondamenti storico epistemologici della chimica (gennaio 2001)  
[http://www.univirtual.it/corsi/fin2001\\_I/fondamenti/default.htm](http://www.univirtual.it/corsi/fin2001_I/fondamenti/default.htm)
- cicli nell'ecosfera: C O N S P (aprile 2003)  
[http://helios.unive.it/~miche/cicli\\_ecosis/homepage.htm](http://helios.unive.it/~miche/cicli_ecosis/homepage.htm)

#### Bibliografia sintetica di riferimento

- G. Michelon, M. Banzato, D. Corcione "Chem-on-line 2000. Un corso di Chimica in rete", Atti del XI Congresso Nazionale di Didattica Chimica Edichem'99, Bari, 12-16 dicembre 1999
- G. Michelon, M. G. Tollot, F. Carasso Mozzi "Prodotti ipermediali nella didattica scientifica", *CNS La Chimica nella Scuola*, n.2, 2000, pp.35-39
- M. Banzato, D. Corcione, G. Michelon "Chem-on-line 2000. Sperimentare un corso scientifico on-line all'università", *Informatica e Scuola*, marzo 2000
- G. Michelon "Interazioni tra le aree della SSIS: area comune, di indirizzo e tirocinio", Atti del Seminario Convegno "Per le scienze: un nuovo insegnante per una scuola nuova", Venezia, 11 maggio 2001



## Breve nota sul concetto d'orbitale

GIOVANNI VILLANI (\*)

Nel XXI Congresso Nazionale della Società Chimica Italiana (Torino, 22-27 Giugno) a seguito della comunicazione del prof. Paolo Mirone è nata una discussione sul concetto d'orbitale che, come sempre accade nei congressi, il tempo tiranno ha compresso. Mirone, in qualità di direttore della rivista *La Chimica nella Scuola*, ha proposto di continuare la discussione sulla rivista ed io provo a cogliere quest'opportunità. Quella che segue è una breve nota sul concetto d'orbitale. Tale concetto fondamentale della chimica quantistica merita sicuramente una trattazione più dettagliata sia a livello specialistico sia a livello didattico. Tuttavia, data la "confusione" (mi si permetta il termine) che ormai circonda tale concetto credo che una discussione preliminare (come questa nota) sia non solo importante ma essenziale. Spero perciò che anche altri seguano l'indicazione del prof. Mirone.

Nei libri di chimica generale (compresi quelli per l'università) e scolastici l'orbitale è visto o come una cosa "molto reale", la regione di spazio in cui la probabilità di trovare l'elettrone è uguale ad un numero fissato (per esempio il 99%) o come un cosa "molto astratta", una funzione matematica. Questo duplice modo di vedere un concetto scientifico non è un'esclusiva degli orbitali e, quindi, merita qualche ulteriore considerazione. Spesso, e ancora una volta non solo in ambito didattico, alcune grandezze fisiche e persino matematiche sono confuse con la loro rappresentazione spaziale. Oltre al caso dell'orbitale già citato, vorrei sottolineare la stessa confusione per il concetto fisico di campo (elettrico e magnetico) e per il concetto matematico d'angolo. Ambedue questi concetti sono associati a "regioni di spazio" ed ambedue, da un punto di vista didattico, "disegnati" o tramite le linee di forza o con un arco di cerchio tra due semirette, ma la stessa dimensionalità dovrebbe metterci in allerta. Correlato a quest'idea "spaziale" dell'orbitale è

l'errore commesso da alcuni autori in un lavoro su *Science* dove hanno affermato di aver visto l'orbitale [1], invece della "densità di carica". Più rara è invece la confusione tra il concetto scientifico e la relazione matematica che la descrive, ma anch'essa è ben presente. Vediamo il caso dell'orbita della Terra intorno al Sole che, tra l'altro è un caso "vicino" concettualmente al problema degli orbitali di cui ci stiamo occupando. "La Terra descrive intorno al Sole un'orbita ellittica". Quest'affermazione non pone in nessun caso un'equivalenza tra l'orbita (che è lo stato della Terra) e la funzione matematica che la descrive (l'ellisse). Dire che l'orbita *non è che* un'ellisse e, quindi, passare da un qualcosa di fisico (la situazione della Terra nel sistema solare) ad una funzione matematica è a mio avviso sbagliato e logicamente inaccettabile.

A mio parere, la corretta definizione d'orbitale è, per così dire, intermedia tra le due opposte visioni. L'orbitale è un concetto scientifico, un ente astratto, e come tale da un lato si rapporta allo stato concreto e reale dell'elettrone, nei limiti della modellizzazione scientifica utilizzata, e dall'altro si serve della matematica per descrivere questo stato. Un concetto scientifico è sempre inserito in una teoria scientifica che lo definisce tramite tre caratteristiche [2]:

1. un calcolo astratto che collega i singoli concetti e che costituisce uno scheletro logico del sistema esplicativo di quella teoria. Esso definisce "implicitamente" tali nozioni fondamentali;
2. un insieme di regole che assegna un contenuto empirico al calcolo astratto e ai singoli concetti mettendoli in relazione, diretta o indiretta, con enti reali e, quindi, con esperimenti e proprietà osservabili;
3. un'interpretazione (o modello) che rende possibile visualizzare tali concetti.

L'orbitale, come tutti i concetti scientifici, segue questo schema. Esiste, e spesso è fin troppo complesso per i chimici, nella meccanica quantistica un calcolo astratto inteso come relazione matematica tra i concetti. Esempi sono in qualunque libro che tratti la meccanica quantistica e, quindi, li trascuro.

Esiste anche una corrispondenza stabilita tra l'orbitale ed uno stato fisico. Credo che su questo punto valga la pena di dilungarsi partendo da una definizione dell'orbitale:

- l'orbitale è un ente astratto, individuato idealizzando e semplificando aspetti della realtà microscopica. Esso descrive scientificamente lo stato reale o possibile di uno o due elettroni nella teoria della meccanica quantistica e nell'idealizzazione a particella indipendente.

Può sembrare strano associare l'orbitale allo stato di uno o due elettroni, ma se ci si ricorda del legame chimico, dei doppietti solitari, ecc. si capisce perché esso generalmente è messo in relazione a due elettroni (il caso ad un elettrone è, ovviamente, quello dell'elettrone spaiato). Esiste un altro concetto (lo spin-orbitale) che definendo un'ulteriore caratteristica dell'elettrone, lo spin, lo identifica individualmente e in questo caso si parla dello stato del singolo elettrone.

L'orbitale, come detto nella definizione, si ricollega ad una modellizzazione dell'elettrone e di qui il termine "idrogenoide" che qualche volta compare esplicitamente vicino a tale concetto: il modello a particella indipendente. L'equazione di Schrödinger non può essere risolta in maniera esatta per sistemi con più di due particelle e, quindi, devono essere utilizzati metodi approssimati. Un possibile primo passo di modellizzazione può essere di trascurare le interazioni tra gli elettroni e considerare solamente l'attrazione tra i nuclei e gli elettroni. Questo corrisponderebbe ad un modello di sistema solare dove le interazioni tra i pianeti siano state trascurate. Tale modello va bene per il sistema solare, poiché tutti i pianeti sono molto leggeri rispetto al Sole. Per gli atomi, invece, l'interazione tra due elettroni è più piccola dell'attrazione del nucleo solamente di un fattore pari al numero atomico  $Z$ , come si può vedere dalla legge di Coulomb.

(\*)Istituto di Chimica Quantistica ed Energetica Molecolare del CNR, Pisa

Trascurare l'interazione elettrone-elettrone è allora un'approssimazione povera per un atomo o un sistema molecolare. Se è trascurata, tuttavia, l'equazione elettronica di Schrödinger è molto facile da risolvere poiché la funzione d'onda per ciascuno degli elettroni è semplicemente quella dell'atomo d'idrogeno e la funzione d'onda totale è un prodotto di queste funzioni. Un'approssimazione migliore può essere ottenuta includendo l'interazione media elettrone-elettrone, invece di trascurarla completamente e rendendo la procedura autoconsistente, cioè iterando questa procedura fino a consistenza. Quando questa procedura autoconsistente per determinare la soluzione dell'equazione di Schrödinger è combinata con il requisito fondamentale che la funzione d'onda totale deve essere antisimmetrica rispetto allo scambio di qualunque coppia d'elettroni, si parla di modello di Hartree-Fock, sviluppato indipendentemente da J. C. Slater e V. Fock [3] nel 1930 e basato sul lavoro precedente di D. R. Hartree [4].

Sebbene il modello di Hartree-Fock tenga conto di più del 99% dell'energia totale, questa è una quantità così grande che la frazione rimanente può essere una quantità molto significativa. Fortunatamente la maggior parte delle quantità chimiche d'interesse sono collegate a differenze d'energie e non al valore assoluto. Poiché una gran parte dell'errore nel modello di Hartree-Fock è costante, le differenze d'energia possono essere calcolate con una ragione-

vole precisione in molti casi. La capacità di calcolare queste differenze molto piccole sottraendo due quantità grandi è stata paragonata da C.A. Coulson alla determinazione del peso di un capitano pesando una nave con e senza il capitano a bordo e sottraendo i due valori.

Va a questo punto sottolineato che la scelta teorica dell'energia come variabile fisica primaria è appunto una scelta. Non sarebbe stata per niente contraddittoria una teoria scientifica che avesse puntato su altre grandezze, come per esempio la localizzazione, ma probabilmente non sarebbe stata una "meccanica".

Infine, esiste un modello visivo del concetto d'orbitale che, come ogni modello, utilizzato come tale può dare delle utili indicazioni, forzato a diventare reale porta ai problemi già accennati.

Prima di concludere questa breve nota vorrei spendere qualche parola sull'uso o meno in didattica del concetto d'orbitale. Io credo che questo concetto scientifico non sia semplice da padroneggiare né da trasmettere a degli studenti. Inviterei, comunque, i sostenitori dal suo abbandono in didattica non specialistica (fino al primo anno dell'università) a riflettere su di un paio di cose. Per prima cosa la caratteristica di difficoltà del concetto d'orbitale è presente in molti concetti scientifici. Chi crede che concetti come forza (magari agente a distanza), o campo, o energia, o temperatura ecc. siano concetti semplici sbaglia completamente. Dietro questi concetti ci sono tanti problemi fonda-

mentali da renderli tutt'altro che banali e, forse, anche più complessi del concetto d'orbitale. Vorrei sottolineare, inoltre, che il concetto d'orbitale, come molti altri della meccanica quantistica, può aprire una seria collaborazione tra il docente di scienza e quello di filosofia. Io credo che l'immagine del mondo che la scienza contemporanea ha elaborato nel secolo XX sia qualcosa di "spettacolare" e "inedito" che col tempo deve permeare anche la cultura scientifica e non solo le specializzazioni scientifiche e ciò può essere fatto solo partendo dalla scuola.

In conclusione vorrei ribadire un solo punto, ma per me fondamentale: l'orbitale è un concetto scientifico; non è né un ente materiale né un ente matematico. Esso è la descrizione scientifica di uno stato fisico all'interno di una teoria e d'idealizzazioni e utilizza la matematica in tale descrizione.

#### Note Bibliografiche

[1] L. C. Venema, J. W. G. Wildöer, J. W. Janssen, S. J. Trans, H. L. J. Temminck Tuinstra, L. P. Kouwenhoven, C. Dekker, *Science* **283** (1999) 52.

[2] G. Villani, *Leggi sperimentali e teorie scientifiche: analogie e differenze*, in A.A.V.V. "Fondamenti Metodologici ed Epistemologici, Storia e Didattica della Chimica", vol. 1, S.T.A.R. CNR, Pisa, 1998, pp.47-74.

[3] V. Fock, *Z. Physik* **61** (1930) 126; J. C. Slater, *Phys. Rev.* **35** (1930) 210.

[4] D. R. Hartree, *Proc. Cambridge Phil. Soc.* **24** (1928) 89.

## **ASSEMBLEA NAZIONALE DEI SOCI DELLA DIVISIONE DI DIDATTICA DELLA S.C.I.**

**L'Assemblea Nazionale dei Soci è convocata per il giorno 5 dicembre 2003 alle ore 16,00  
nell'Aula IV del Dipartimento di Chimica "G. Ciamician" Via Selmi n° 2 - Bologna  
per discutere il seguente o.d.g.:**

- 1- Comunicazioni del Presidente**
- 2- Attività della Divisione per il triennio 2001-2003**
- 3- Bilancio Consuntivo del triennio 2001-2003**
- 4- Proposte di candidature per la presidenza della Divisione per il triennio 2004-2006**
- 5- Proposte di candidature per il direttivo della Divisione per il triennio 2004-2006**

## La didattica per progetti nella scuola secondaria: caratterizzazione chimico fisica e consolidamento dello stucco forte veneziano

### Riassunto

Una collaborazione didattica scientifica fra il Corso Chimica dell'Istituto Tecnico Industriale Leonardo da Vinci di Firenze, il Centro Europeo di Venezia per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico e il Consorzio CSGI, con sede presso il Dipartimento di Chimica Fisica dell'Università di Firenze, ha permesso di caratterizzare dal punto di vista chimico fisico campioni di stucco forte veneziano preparati secondo le ricette della tradizione. Su questi campioni è stato individuato anche il tipo di degrado che hanno subito nell'ambiente lagunare dell'isola di San Servolo, dov'è situato il Centro Europeo.

Infine sono state testate dispersioni in alcool normal-propilico di nanoparticelle di idrossido di calcio, come materiale consolidante completamente compatibile con quello originale che costituisce lo stucco forte veneziano.

### Abstract

The didactic-scientific co-operation among Venice European Centre for the Trades and Professions of the Conservation of Architectural Heritage, a class of the three-years course for chemists of the Industrial Technical Institute "Leonardo da Vinci" in Florence and the Consortium CSGI at the Chemistry Department of the University of Florence, allowed to deeply study the physicochemical properties of a set of samples constituted of 'stucco forte' made according to the traditional techniques of the local trades.. The principal aim of this study was the stuccoes characterisation in relationship to the used materials and to their composition. Moreover, we investigated also the differential

degradation processes occurred on these stuccoes in the lagoon environment of the San Servolo Island where the European Centre is located. Finally, stable n-propyl alcohol dispersions of calcium hydroxide - lime - synthesised in the form of nanosized crystals were tested as possible protective material with complete physicochemical compatibility with the original materials of the stuccoes.

Il metodo dei progetti nella didattica [1] è stato introdotto da W.H. Kilpatrick [2] nel 1918 quando, recepita l'impostazione di Dewey sull'insegnamento come formazione della personalità dello studente, propose di impostare tutto il lavoro scolastico come percorso progettuale. Secondo Kilpatrick gli studenti sono chiamati a porsi problemi reali, a scegliere percorsi opportuni per risolverli e ad operare concretamente fino ad ottenere il risultato finale. In questo contesto la figura dell'insegnante esce dall'ambito strettamente disciplinare ed assume il ruolo più socratico, di consigliere-coordinatore del lavoro. Il metodo dei progetti, anche se non ha avuto il successo di altre proposte didattiche, non è stato mai del tutto dimenticato nell'arco del novecento ed altri pedagogisti vi si sono ispirati e lo hanno sviluppato. Anche la scuola italiana ha fatto un'interessante esperienza di didattica dei progetti [3]: dal 1994 negli Istituti Tecnici Industriali è stato introdotto un segmento curricolare definito Area di Progetto, che ha come unica condizione il vincolo temporale di non utilizzare più del 10% dell'orario delle discipline coinvolte. Per il resto lascia ampia libertà agli studenti e agli insegnanti nella scelta del progetto da sviluppare, nel numero delle discipline partecipanti, nella collaborazione con istituzioni esterne alla scuola, nello sviluppo temporale che può comprendere una o più annualità. La specializzazione Chimica dell'Istituto Tecnico Industriale "Leonardo da Vinci" di Firenze ha dedicato particolare attenzione al lavoro di Area di Proget-

ROSSELLA GRASSI<sup>1</sup>

LUIGI DEI<sup>2</sup>

RODRIGO GIORGI<sup>2</sup>

to fin dalla sua istituzione, privilegiando argomenti che aprissero nuovi orizzonti professionali per il Perito Chimico. Il lavoro qui presentato costituisce la seconda esperienza di progetto su restauro e conservazione di beni culturali sviluppato dagli studenti dell'ITI "Leonardo da Vinci" e tratta la caratterizzazione chimico fisica ed il consolidamento dello stucco forte veneziano.

### Scopo e fase iniziale del progetto

Per rappresentare una forte motivazione per gli studenti il progetto deve riguardare un bisogno reale chiaramente individuato. In questo caso la richiesta concreta è nata dal Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia, che da anni desiderava caratterizzare da un punto di vista chimico fisico lo stucco forte veneziano usato in elementi decorativi e preparato secondo le antiche ricette della tradizione [4]. (foto 1) Lo stucco forte veneziano è un materiale a base di calce, sabbia e polvere finissima di marmo, usato per intonaci e decorazioni. Viene preparato per strati successivi, i primi solo con calce e sabbia e gli ultimi solo con calce e polvere di marmo. Ne risulta un materiale estremamente compatto e levigato, molto usato nelle decorazioni veneziane dal XVI al XIX secolo. (foto2) Altresì era desiderio del Centro valutare il degrado di questi stucchi in ambiente lagunare.

Il Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase CSGI (con sede presso il Dipartimento di Chimica dell'Università di Firenze), che collabora a progetti formativi nel campo dei beni culturali con l'ITI "Leonardo da Vinci" da diversi anni, ha proposto di procedere ad analisi chimico fisiche di caratterizzazione e di valutazione del degrado e di sperimentare un nuovo metodo di consolidamento, già brevettato dal Consorzio, ma non

<sup>1</sup> Istituto Tecnico Industriale "Leonardo da Vinci", Firenze - [ros.grassi@tin.it](mailto:ros.grassi@tin.it)

<sup>2</sup> Consorzio CSGI & Dipartimento di Chimica, Università di Firenze - [dei@csgi.unifi.it](mailto:dei@csgi.unifi.it); [giorgi@csgi.unifi.it](mailto:giorgi@csgi.unifi.it)



Zona di attracco all'Isola di San Servolo dove è situato il Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia



Foto 1

ancora applicato a questo tipo di materiale. Dopo vari incontri fra insegnanti, studenti, rappresentanti del Centro di Venezia e del Consorzio CSGI, è stato configurato un vero e proprio progetto di ricerca in cui gli studenti si potevano inserire concretamente con attività di laboratorio e che costituiva, nel suo insieme, un percorso di crescita culturale e di formazione individuale alla risoluzione di problemi. Infatti un progetto di lavoro reale, benché correttamente programmato, non può prevedere gli esiti della ricerca, né le difficoltà da superare in corso d'opera, né i quesiti che si apriranno. Determinante nell'adozione del progetto è stata la valutazione che il percorso, pur costituendo un arricchimento extracurricolare, sarebbe stato comprensibile per gli studenti, dando loro la reale possibilità di partecipazione attiva in tutte le sue fasi.

#### Sviluppo del progetto

Importantissima è la fase di avvio alla tematica del progetto in cui gli insegnanti e gli esperti esterni introducono gli studenti al tema del progetto per offrire loro tutte le conoscenze per la conduzione e la valutazione critica degli stadi di lavoro. Per l'esecuzione del progetto gli studenti sono stati formati sulle origini dell'uso dello stucco forte veneziano, sul metodo di preparazione e le tecniche di lavorazione, sui motivi di degrado degli stucchi e di tutte le preparazioni a base di calce, sui metodi di consolidamento e restauro più comunemente impiegati fino ad oggi. Ha completato la preparazione preliminare una visita al Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia, situato sull'Isola di San Servolo nella laguna di Venezia, dove è stato possibile assistere alla preparazione dello stucco forte veneziano da parte degli allie-

Decorazioni a stucco forte presso il Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia



Foto 2

vi del Centro, parlare con i maestri artigiani che insegnano questa tecnica, interpellarli sulla qualità dei materiali usati e visionare manufatti decorativi in stucco forte.

#### Fase sperimentale

Durante la visita gli studenti hanno prelevato 8 campioni (indicati successivamente in tabella con le lettere da A ad H) di stucco forte da elementi decora-

ni stabili di nanofasi cristalline di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ha mostrato recentemente di conseguire buoni risultati sotto il profilo del consolidamento e protezione di manufatti a matrice carbonatica, rispettando in modo totale la compatibilità chimico-fisica coi materiali del substrato artistico-architettonico. Anche i due campioni di sabbia sono stati caratterizzati dal punto di vista chimico fisico.



Foto 3

Studenti e docenti del Corso Chimica ITI "Leonardo da Vinci" di Firenze nei laboratori dell'Istituto nei quali vengono svolte le indagini chimico-fisiche sui campioni

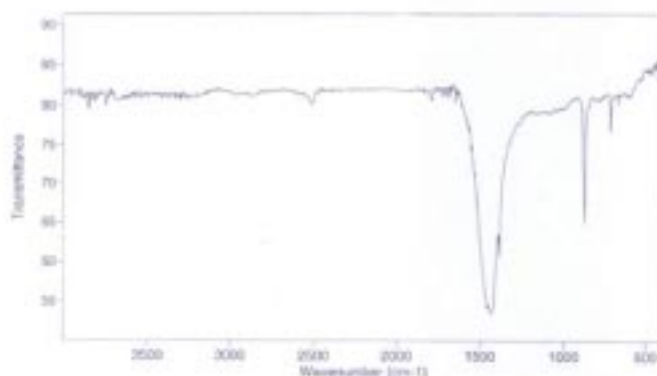


Gli studenti hanno svolto la caratterizzazione chimico-fisica dei materiali, eseguita mediante spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR), frazione carbonica secondo Dietrich-Frühling, gravimetria per la determinazione del residuo insolubile, volumetria secondo Mohr per la determinazione dei cloruri.

#### Risultati delle analisi chimico-fisiche su uno dei campioni di stucco forte

Campione H			
Descrizione			
Stucco forte rosa salmone			
Risultati delle analisi chimico fisiche			
	%Frazione carbonatica espressa come CaCO <sub>3</sub>	% Inerte	% Cl <sup>-</sup>
pH Sospensione acquosa	82 ± 2	19 ± 2	0,47 ± 0,04

#### Spettro FT - IR del campione H



#### Interpretazione:

Banda forte/larga (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) a 1450-1410 cm<sup>-1</sup>

Banda media (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) a 880-850 cm<sup>-1</sup>

Picco molto stretto caratteristico dei nitrati (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) a circa 1385 cm<sup>-1</sup>.

#### Tabella riassuntiva: composizione dei campioni di stucco forte analizzati

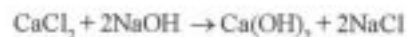
Campione	%Frazione carbonica espressa come CaCO <sub>3</sub>	% Inerte	% Cl <sup>-</sup>	Campione	%Frazione carbonica espressa come CaCO <sub>3</sub>	% Inerte	% Cl <sup>-</sup>
A	99 ± 1	< 1 %	0,18 ± 0,04	E	68 ± 2	30 ± 2	0,53 ± 0,04
B	84 ± 2	14 ± 1	0,15 ± 0,03	F	64 ± 1	32 ± 3	0,39 ± 0,04
C	60 ± 2	43 ± 1	0,65 ± 0,06	G	75 ± 2	24 ± 2	0,19 ± 0,04
D	72 ± 2	27 ± 2	0,24 ± 0,03	H	82 ± 2	19 ± 2	0,47 ± 0,04
Sabbia grossa	17 ± 1	82 ± 2	n-m	Sabbia fine	10 ± 1	89 ± 2	n-m

Gli alunni hanno poi assistito alle analisi di microscopia elettronica a scansione (SEM) con microanalisi EDX. Inoltre gli studenti hanno sintetizzato nanofasi cristalline di Ca(OH)<sub>2</sub> in accordo alla letteratura e preparato le loro dispersioni in alcol n-propilico.

#### Preparazione e Verifica dimensioni particelle

Le nanoparticelle di idrossido di calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) sintetizzate per preparare le dispersioni in isopropanolo sono state ottenute unendo volumi uguali di due soluzioni, una di cloruro di calcio

(CaCl<sub>2</sub>) 0,2 M e una di idrossido di sodio (NaOH) 0,4 M in acqua bidistillata.



La sintesi è stata verificata seguendo due metodi diversi:

**Sintesi 1.** entrambe le soluzioni sono state riscaldate fino a 90-95°C su piastra scaldante e la soluzione di idrossido di sodio è stata versata rapidamente in quella di cloruro di calcio;

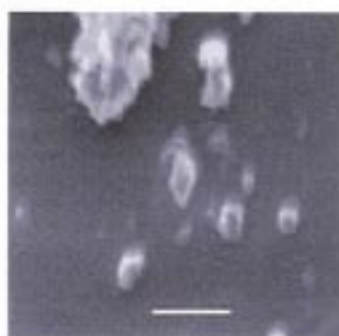
**Sintesi 2.** la soluzione di cloruro di calcio è stata riscaldata fino a 90-95°C su piastra scaldante e la soluzione di idrossido di sodio è stata aggiunta goccia a goccia tramite una buretta.

Al termine di ognuna delle sintesi il particolato è stato lasciato decantare per 24 ore e successivamente lavato per 10 volte con acqua bidistillata per eliminare il cloruro di sodio NaCl in soluzione. Dopo ogni lavaggio il solido veniva fatto decantare per un giorno ed il surnatante eliminato per aspirazione sotto vuoto.

La scomparsa dei cloruri è stata verificata mediante saggio analitico con nitrato d'argento AgNO<sub>3</sub>. Dopo l'ultimo lavaggio l'eccesso di acqua è stato aspirato e la restante sospensione acquosa essiccata su CaCl<sub>2</sub> anidra sottovuoto fino ad un rapporto (Ca(OH)<sub>2</sub>) / acqua di circa 0,82. Questo è il tipico rapporto (Ca(OH)<sub>2</sub>) / acqua del grassello commerciale.

Questa pasta è stata successivamente dispersa in isopropanolo ad una concentrazione di 1,15 g di miscuglio Ca(OH)<sub>2</sub>/acqua per 100 cm<sup>3</sup> di isopropanolo ed omogeneizzata per 10' con un emulsificatore IKA Labortechnik mod. 25Tbasic.

Le foto seguenti mostrano le dimensioni delle particelle in dispersione attraverso la microscopia elettronica SEM.



Barra 1000 nm  
Sintesi 1

Le dimensioni delle particelle oscillano fra 70 e 600 nm. Si nota in alto a sinistra un aggregato di notevoli dimensioni.



Barra 500nm  
Sintesi 2

Si osservano particelle più piccole rispetto alla sintesi 1 (fino a 30 - 40 nm).

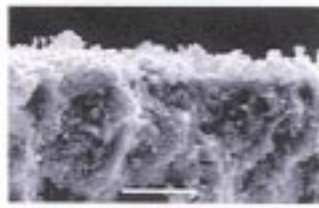
È interessante notare che la sintesi 2 produce particelle in cui l'effetto di agglomerazione fra le subunità nanometriche è molto ridotto. Questo è dovuto alla diversa cinetica di formazione: nella sintesi 1 le particelle si formano tutte contemporaneamente con formazione molto probabile di aggregati policristallini. Nella sintesi 2 le particelle si formano in momenti diversi via via che cade la goccia di NaOH e l'effetto di agglomerazione viene parzialmente inibito.

Le dispersioni così ottenute sono state applicate sulle superfici degli stucchi mediante due tecniche: a pennello e a *spray*. Gli stucchi sono stati sottoposti a microscopia elettronica SEM prima del trattamento e dopo 15 giorni dalla stesura della dispersione di idrossido di calcio.

Micrografia SEM in sezione ortogonale di stucco prima e dopo il trattamento con dispersione applicata a pennello



Prima del trattamento



Dopo il trattamento

Barra = 20 micrometri

### Conclusioni scientifiche

La caratterizzazione chimico-fisica degli stucchi forti veneziani ha messo in luce che la composizione dei medesimi è in accordo alle 'ricette' delle 'tecniche tradizionali', mostrando che 5-10 anni di invecchiamento naturale all'aperto non hanno prodotto modificazioni significative da un punto di vista chimico-composizionale. Il degrado che si è verificato nell'ambiente lagunare dell'Isola di San Servolo presso Venezia nel corso di questi 5-10

anni si è manifestato con una modestissima contaminazione da cloruri e da tracce di nitrati. Questi ultimi agenti del degrado, per altro, risultano essere presenti solo in un campione, mentre i cloruri mostrano diffusione omogenea nell'ambito degli stucchi analizzati. Il degrado da solfatazione è risultato assolutamente irrilevante.

Sono state messe a punto dispersioni stabili di nanoparticelle di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  in alcool isopropilico con l'obiettivo di verificarne proprietà di protezione per le

superfici degli stucchi, realizzando così l'obiettivo di produrre un materiale conservativo a massima compatibilità chimico-fisica con il substrato originario. Le prove di verifica del reale manifestarsi di uno strato protettivo esterno grazie alle sopraddette dispersioni su manufatti di stucco provenienti dai Cantieri del Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico, valutate mediante microscopia SEM e microrifletanza FTIR, hanno fornito un esito positivo ed incoraggiante.

### Conclusioni didattiche

Il bilancio di questa esperienza formativa non è meno importante dei soddisfacenti risultati scientifici ottenuti. Seguire un progetto di questo tipo richiede sicuramente un'organizzazione abbastanza lontana da quella scolastica perché i tempi di attuazione di un lavoro che risponde a bisogni reali difficilmente possono essere scanditi dal suono della campanella. Tuttavia lo sforzo organizzativo è ripagato dalla consapevolezza che gli studenti hanno un interesse spontaneo per questa attività, sviluppano senso di responsabilità nel lavoro di gruppo che si riflette anche in un maggior impegno individuale, migliorano le loro competenze professionali sia come conoscenze che come abilità, operano per rispettare gli impegni assunti con i committenti esterni, si adoperano per esporre i contenuti in forma convincente. Hanno inoltre una motivazione importante che li spinge ad usare le nuove tecnologie informatiche per reperire materiale di studio via rete, per presentare il lavoro attraverso programmi opportuni, per costruire l'ipertesto conclusivo che raccoglierà tutto il materiale prodotto e costituirà un mezzo di divulgazione dell'esperienza.

L'ipertesto che descrive tutta l'attività di progetto, costruito dagli studenti della 5<sup>a</sup> Chimica 2002 dell'ITI-IPIA Leonardo da Vinci di Firenze, è consultabile sul sito della scuola:

[http://www.usr.toscana.it/WS\\_FTIF015006/](http://www.usr.toscana.it/WS_FTIF015006/)

### Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare l'Arch. Carlo Cesari, Direttore del Centro Europeo per i Mestieri della Conservazione del Patrimonio Architettonico di Venezia, la Restauratrice Greta Schonhaut, docente del Centro Europeo, la Dott.ssa Rita Traversi, Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Firenze, per il loro importante contri-



Quebuto alla realizzazione del progetto. Un particolare ringraziamento va agli studenti della 5<sup>a</sup> Chimica a.s. 2001-2002 dell'ITI-IPSIA Leonardo da Vinci che con entusiasmo ed impegno hanno sviluppato il progetto.

#### Riferimenti bibliografici

- [1] *La didattica per progetti*, (a cura di F. Quartapelle), Franco Angeli Milano, **1999**.  
 [2] W. H. Kilpatrick *I fondamenti del metodo* La Nuova Italia Firenze, **1962**.  
 [3] F. De Bartolomeis, *Lavorare per progetti* La Nuova Italia Firenze, **1989**.  
 [4] Poksinska, *The technology of ancient mortars as a basis for contemporary*

*reconstruction of historical plasters and stuccoes*, Proceedings of the 1995 LCP Congress on Preservation of Cultural Heritage, Montreux, **24-29 September 1995**, Lausanne, 1996, pp. 649-656.  
 [5] R. Giorgi, L. Dei, P. Baglioni, *A New method for consolidating wall paintings based on dispersions of lime in alcohol*, Studies in Conservation, 45, **2000**, 154.

## OLIMPIADI DELLA CHIMICA

### Successo della rappresentativa Italiana alle Olimpiadi della Chimica

MARIO ANASTASIA (\*)

La trentacinquesima Olimpiade della Chimica si è appena conclusa in Atene e la delegazione Italiana è tornata in Patria orgogliosa del buon risultato conseguito: due medaglie d'argento, una di bronzo e un diploma di merito, premio quest'ultimo conferito a tutti coloro che risolvono almeno un esercizio in modo esatto in ogni sua parte. Le medaglie d'argento sono state conferite a **Riccardo Balzan** (86,81 punti) della Regione Veneto e a **Gabriele Rosi** (83,56 punti) della Regione Toscana. La medaglia di bronzo è andata ad **Alessandro Livieri** (69, 29 punti) della Regione Piemonte e il Diploma di Merito a **Matteo Battisti** (58,86 punti) della Regione Trentino Alto Adige. Matteo, in verità, ha risolto in modo completo e corretto ben due problemi. La rappresentativa è raggianti per il risultato ottenuto, ma, nel profondo del cuore, mentor e atleti avvertono l'amarezza per aver mancato l'oro con Balzan per soli 1,03 punti, infatti il Tailandese che precedeva il nostro campione e ha conquistato la Medaglia d'Oro ha realizzato 87,83 punti.

I risultati lusinghieri sono certo anche frutto di un'indovinata strategia di preparazione. Infatti, gli argomenti trattati durante le lezioni intensive d'allenamento a Pavia erano stati selezionati dopo un attento studio che ha coinvolto anche il sottoscritto e il Prof Pietro Allevi. Dopo aver ricostruito e studiato il Curriculum dei Componenti il Comitato Scientifico Greco ci eravamo convinti che alcuni argomenti sarebbero stati quasi obbligatori per un'Olimpiade Greca. Si era pensato a Socrate e alla sua cicuta e si erano predisposte dispense intensive sugli alcaloidi e sui

metodi iniziali e più recenti per dimostrare la struttura. Analoghe lezioni intensive si erano programmate sui flavoni, sugli antociani e sui componenti dell'olio d'oliva. I nostri giovani eroi conoscevano bene l'NMR del protone e del carbonio e sapevano districarsi nel calcolo delle strutture dei cristalli e nella datazione con <sup>14</sup>C dei reperti archeologici. Il loro studio intensivo ha

loro di emergere, come avrebbero potuto con una più ardua selezione. Così alcuni di loro hanno persino sottovalutato gli esercizi e si sono permessi anche alcune incredibili distrazioni. Ad esempio, dopo aver riconosciuto ben 6 strutture all'NMR, hanno dimenticato di riportare la molteplicità dei segnali, ritenendola superflua, tanto era scontata la sua assegnazione!



ricordato al sottoscritto quello di chi si preparava alla libera docenza, agli albori dell'NMR. I temi previsti, in verità, non sono comparsi come tali, ma la cultura acquisita dai ragazzi allenati è comunque servita per la soluzione dei quesiti proposti. Insomma, i nostri campioni erano pronti a rispondere a quesiti ben più difficili di quelli proposti. Purtroppo però, le loro conoscenze sono state livellate dagli esercizi di media difficoltà che non hanno premiato la loro bravura e non hanno consentito

I giovani allenatori di Pavia, tutti Ricercatori con laurea cum laude, avevano ben preparato gli allievi, portandoli in sintonia con l'entusiasmo a tratti esagerato dei maestri. Gli olimpionici erano stati anche istruiti nella parte sperimentale, così che qualche piccolo trucco appreso negli allenamenti pratici è servito nella prova pratica. Tutti erano anche pronti a eseguire sintesi ben più complesse di quella ricevuta come prova e sapevano riconoscere fenoli polisostituiti, glicosidi e gruppi

(\*) Responsabile Nazionale dei Giochi e delle Olimpiadi della Chimica

funzionali con prove chimiche e fisico-chimiche.

L'orgoglio italico sta anche nell'aver rispettato tutte le regole delle Olimpiadi, prima tra tutte, quella di non protrarre l'allenamento collettivo per più di 10 giorni. I nostri campioni infatti, selezionati in giugno, sono stati allenati per 10 giorni esatti, peraltro intervallati dai loro esami di maturità. Ad Atene, invece si sussurra che altre nazioni danno un significato più patriottico alla competizione e sottopongono i ragazzi ad allenamenti di mesi e mesi. I giovani selezionati sono meravigliosi, non sono affatto sgobboni, sono piuttosto entusiasti e ansiosi di apprendere, dotati di una curiosità che li porta letteralmente ad aggredire chi parla loro di Chimica per apprendere subito quello che viene loro detto. Eppure conservano tutte le altre prerogative dei giovani, compresa una certa ingenuità e il gusto della trasgressione. Basti pensare che uno di loro si è comprato in Grecia, una sciabola enorme come souvenir e ha fatto tremare me e il mio collega Pietro Allevi, sia all'aeroporto di Atene che all'arrivo in Italia, dove certamente il souvenir è considerato un'arma a tutti gli effetti!

Ora ci auguriamo di poter continuare così nei prossimi anni, magari sfruttando qualche segnalazione precoce di campioni in nuce, o ricorrendo ai licei. Negli istituti tecnici la infatti si osserva che la scelta dell'indirizzo chimico è sempre meno frequentata dai giovani. Per ora, all'orizzonte ci sono un giovane di Bari, Elio Mattia, e una ragazza di Casale di cui non conosco il nome. Elio Mattia è un ragazzo di del terzo ITI, che ha già scelto informatica, ma studia da solo la chimica per una passione interiore. Gli è stato sconsigliato di continuare l'indirizzo chimico, perchè dà minori prospettive di lavoro....Invece giovani bravi in chimica devono sapere che avranno sempre lavoro, perchè l'Italia, come ogni paese civile, ha bisogno di questi giovani bravi in chimica. A Pavia Elio Mattia ha colpito anche i suoi amici olimpionici per la sua prontezza e il suo immediato metabolismo chimico e stereochimico.

I quattro giovani selezionati per la prova olimpica si erano guadagnata la partecipazione alle Olimpiadi partecipando a quattro selezioni e a vari test cui si sono sottoposti spontaneamente: una prima nel loro istituto di provenienza, l'altra a carattere regionale e la terza e la quarta nazionali.

Infatti, come molti sanno, le Olimpiadi della chimica sono precedute dai Giochi della Chimica. Questi si sono svolti, come sempre, dapprima a livello di Istituto, Liceo o ITI che sia, coinvolgendo circa 20.000 giovani delle tre categorie ITI biennio, Licei e ITIS triennio. Dalla selezione per singolo istituto sono stati selezionati 5232 studenti che hanno partecipato alla prova regionale risolvendo, in due ore, 60 quesiti a risposta multipla proposti da una commissione scientifica, coordinata da me e dal collega Pietro Allevi, composta prevalentemente da giovani massimo trentenni, selezionati dopo sottomissione del curriculum.

I quesiti sono stati stampati dalla Editrice Piccin di Padova e sono stati inviati alle varie regioni dove i Presidenti regionali della SCI o i responsabili da essi incaricati, hanno predisposto lo svolgimento delle Selezioni Regionali. La prova si è svolta contemporaneamente in tutte le regioni italiane, utilizzando quindi quesiti uguali in tutt'Italia. Si sono così selezionati i partecipanti alla successiva prova nazionale che ha permesso di individuare treterne di campioni nazionali per le tre classi di concorso A, B e C. Una volta acquisiti i risultati i responsabili hanno ricevuto una parola d'ordine che ha permesso di formulare al computer le graduatorie. Quindi una selezione di circa 3-4 studenti per regione (il numero dei partecipanti alle selezioni nazionali varia a seconda dei risultati conseguiti l'anno precedente), ha partecipato alla selezione nazionale che si è svolta a Frascati, presso il Centro Giovani XXIII. Qui, circa 90 studenti hanno gareggiato cavallerescamente per due giorni, risolvendo quesiti ritenuti duri da molti insegnanti, le cui paure sono però state smentite dagli elevati punteggi raggiunti dagli allievi. Nella scelta dei quesiti si è tenuto conto di alcuni messaggi che si volevano trasmettere o continuare a trasmettere nella scuola, traendo spunto da quelli lanciati a livello internazionale alle Olimpiadi della Chimica.

Tra i punti più ribaditi, il suggerimento di usare la mole (mol) come unica unità di misura delle sostanze usate dal chimico.

Si è continuato a suggerire l'abbandono della teoria acido-base di Arrhenius e si è caldeggiata l'accettazione coerente di quella di Brønsted e Lowry, cercando di evidenziare le incoerenti miscele di concetti confusi e confondenti che sui testi di chimica, anche

universitari, si sono fatte e si continuano a fare. E questo è stato utile per le olimpiadi. Si è ribadita, con quesiti spesso guidati, a partire da una cosa che tutti sanno: "il peso molecolare e il peso atomico non hanno dimensioni in quanto grandezze relative", una conseguenza che molti non mostrano di sapere (compresi gli autori di testi anche universitari di chimica): "il peso atomico e il peso molecolare, se sono grandezze relative, non si possono misurare né in kg né in dalton (Da) o in u (l'unità IUPAC che da tempo sostituisce dalton e u.m.a.). Invece la massa atomica e la massa molecolare (grandezze assolute) si misurano in kg o in u! Si è discusso sulle cifre significative, ignorate spesso nelle nostre scuole e richieste a livello internazionale. Si è discussa la terminologia attuale della chimica organica con particolare riferimento a quella stereochimica, suggerendo l'abbandono di termini quali atomo di carbonio chirale ribadendo che la chiralità è una proprietà delle molecole e non degli atomi. Si è anche inserito qualche quesito su NMR e spettrometria di massa per dare l'indicazione che ai più bravi si può consentire lo studio di tali tecniche chimico-fisiche. Altri temi sono stati esaminati e discussi, a volte con calore, da parte dei docenti che hanno accompagnato a Frascati i giovani selezionati per le eliminatorie nazionali.

Come ormai tradizione, infatti, i docenti accompagnatori collaborano attivamente allo svolgimento della prova nazionale, non solo risolvendo i problemi a risposta aperta della prova finale che permette la selezione degli otto studenti da allenare a Pavia, ma anche discutendo e selezionando i quesiti finali, prima della correzione delle prove svolte dagli studenti. Riuniti nella sala conferenze del centro Giovanni XXIII di Frascati, i Docenti accompagnatori hanno esaminato tutti i quesiti delle tre classi (60 x 3) e hanno deciso quelli ammessi alla valutazione, escludendo quelli troppo facili o troppo difficili o quelli che, per essere troppo innovativi, esauriscono il loro compito provocatorio prima della valutazione perchè rivolti soprattutto ai docenti spingendoli all'aggiornamento. I docenti quindi si comportano come una vera e propria giuria e le loro discussioni, coordinate dal sottoscritto, sono un vero e proprio aggiornamento. E' quindi auspicabile che questo lavoro venga prima o poi riconosciuto dal Ministero come aggiornamento degli insegnanti.



Infatti lo è molto più di altri corsi in cui i docenti si sentono ripetere antiche e superate conoscenze!

Dopo la selezione dei nove vincitori delle tre medaglie per le tre classi di concorso A, B e C, si è passati a selezionare otto candidati da allenare a Pavia. Quest'ultima selezione prevede la soluzione di un elevato numero di esercizi delle varie branche della chimica in modo da evidenziare la preparazione complessiva dei ragazzi e non solo la loro capacità di rispondere ai quesiti a risposta multipla. Tale selezione, per regolamento, tiene però conto anche della storia di ciascuno studente e delle referenze che di ciascuno ha dato l'insegnante che più da vicino ne ha curato la preparazione. Spesso poi lo studente è divenuto autodidatta ed ha superato le conoscenze dei propri programmi, almeno in certe materie. Quelli bravi sono emersi sia dalla compattazione delle graduatorie regionali in una grande classifica nazionale, sia che si considerando i soli risultati nazionali. Questo risultato ha confortato il Comitato organizzatore in quanto fa capire che la selezione è coerente nello scegliere i migliori, poichè evidenzia gli stessi candidati pur con quesiti diversi.

Le graduatorie nazionali mostrano che alcuni studenti della B sono abilissimi nel risolvere quesiti anche di livello alto. Perciò quest'anno tra i prescelti nella selezione delle olimpiadi figurano due studenti della classe B, Elio Mattia e Francesco Amorisco entrambi pugliesi. Con loro c'era anche il lombardo Samuele Lopiano anch'egli selezionato per un primo allenamento a Pavia, con la speranza che l'anno prossimo possa essere pronto per le Olimpiadi della Chimica. A Frascati i primi classificati, 12 in tutto compresi i parimerito, hanno ricevuto doni della SCI che ha potuto premiare tutti i partecipanti grazie anche alla Società Bracco che continua a manifestare interesse per la nostra competizione e ha fornito tra l'altro, 100 miniombrelli veramente eleganti e

funzionali, nonchè portamatite di plexiglas con stemma in argento e altri premi offerti a coloro che hanno preparato i quesiti.

Come ormai tradizione, la Gibertini Elettronica ha permesso di premiare con una bilancia l'Istituto del primo classificato della classe C e ha offerto ai docenti una serie di borse e i suoi interessanti libri sulla storia delle bilance e sui metodi di analisi delle sostanze "spiritose". La stessa Gibertini ha anche messo a disposizione un bus navetta che ha accompagnato i partecipanti alla selezione di Frascati, dalla stazione al centro Giovanni XXIII e viceversa.

Il comitato organizzatore ha premiato per il valido e instancabile contributo i Proff. Rosamaria Gallo, Elisabetta Gaita, Luciano Passeri, Emanuele Zaccaria e l'Istituto Sobrero di Casale per il contributo dei suoi studenti e docenti allo svolgimento della manifestazione.

Continuando la tradizione, si sono distribuiti doni anche ai mentor delle 60 nazioni partecipanti alle Olimpiadi (sono stati distribuiti cappellini, portamonete e fasce antisudore della Sergio Tacchini) I doni sono stati ottenuti grazie alla sensibilità della Signora Adelina Ceolin e del Signor Cucco, responsabili dello spaccio di Caltignaga, che hanno ceduto tali oggetti al sottoscritto che, distribuendoli ad Atene ai mentor stranieri, ha potuto far ben figurare l'Italia, procurando molte simpatie a livello internazionale (la cessione è avvenuta a un prezzo simbolico molto inferiore al valore reale). Alla Signora Ceolin e alla Sergio Tacchini SPA va la nostra riconoscenza.

Altri ringraziamenti vanno anche a Presidenti regionali della SCI, per la loro collaborazione e a tutti i volontari che, a vario titolo, hanno contribuito con la loro entusiastica collaborazione, alla buona riuscita dei Giochi. In primo luogo un grazie va a studenti e docenti, che con il loro entusiasmo sono i primi a permettere di mandare avanti la manifestazione.

Il Comitato Scientifico si è quest'anno

rinnovato e arricchito di nuove energie, con giovani Ordinari, Ricercatori e Colleghi dotati di spirito di sacrificio e di amor di Patria. Ha accettato di impegnarsi il Prof. Pietro Allevi, che, oltre ad essere un valido ricercatore, si è rivelato un valido coordinatore, e un attento e critico propositore di quesiti mirati e ben studiati. Altri validi responsabili dello studio di conoscenze di livello terzo sono i giovani allenatori: Giuseppe Zanoni, Luigi Anastasia (per la chimica organica e la biochimica e la spettroscopia NMR e di massa), Chiara Milanese (per la Chimica Fisica), Donata Sacchi (per la chimica dei complessi e la chimica Generale), Domenico Taraborrelli (per la chimica Analitica classica e moderna; già medaglia di bronzo delle Olimpiadi). A loro i nostri complimenti e le nostre congratulazioni.

La squadra di preparatori si è avvalsa, come ormai tradizione, dell'ospitalità dell'Almo Collegio Borromeo di Pavia che rappresenta un luogo ideale per lo studio sereno e per incentivare i giovani a misurarsi in prove sempre più ardue. Spesso i campioni, superate le Olimpiadi fanno domanda per divenire alunni del Borromeo e lo diventano conservando il posto fino alla laurea e inseguendo perfettamente nello spirito borromeo di ambizione nell'umiltà. Prima di chiudere questa mia nota informativa sui Giochi e le Olimpiadi della Chimica dell'anno 2003, mi sia consentito di ringraziare oltre alle Società Piccin, Gibertini, Bracco e Tacchini, anche il Ministero dell'Istruzione e della Ricerca Scientifica che, per cortese tramite della fattiva e disponibile Dottoressa Elisabetta Davoli, ha sostenuto la manifestazione permettendo all'Italia di continuare a far parte con piena dignità di un consesso di 60 Nazioni che sostengono la Chimica, consapevoli dell'importanza che questa Scienza ha per la qualità della vita dell'uomo e dell'universo, a dispetto dei suoi detrattori.





## Uno sguardo dalla panchina

Per un calciatore stare seduto sulla panchina è sicuramente una situazione poco desiderabile ma non tragica; per l'allenatore la panchina rappresenta il normale posto di lavoro anche se le fibrillazioni della partita fanno sì che stia più in piedi che seduto. Per un pensionato la panchina materializza il suo essere fuori dalla vita attiva, leggere il giornale sulla panchina risulta essere addirittura una attività anestetica.

Nonostante queste amare riflessioni avevo adocchiato una panchina situata in un punto panoramico, isolato e molto attraente, dal quale era possibile, almeno psicologicamente, guardare le cose "dall'alto".

Avrei, ad esempio, potuto leggere con la dovuta calma, aiutato dal fresco del mattino, un articolo del prof. Vinicio Villani sulle frenetiche attività di Letizia Moratti, soprattutto non sarei stato costretto a spiegare la cosa a qualche altro pensionato disorientato.

Il prof. Villani si dedica da tempo, oltre che alla ricerca in matematica, ai problemi dell'educazione dei quali scrive con competenza. Vorrei pertanto sottoporvi uno stralcio dell'articolo "*Molti interrogativi e poche certezze per il futuro della scuola italiana*". L'articolo è apparso sul numero 1/2003 della rivista di cultura e politica scientifica "Analysis".

Vi voglio sottoporre la parte riguardante le SSIS, tenuto anche conto del fatto che il prof. Villani è stato Direttore della SSIS Toscana.

"I problemi della preparazione e del reclutamento dei docenti non riguardano solo i diretti interessati. Si tratta del primo e più importante anello di una catena per migliorare la scuola, ossia la preparazione culturale e professionale delle nuove generazioni. Quindi mi sembra opportuno analizzare con particola-

re attenzione cosa cambierà al riguardo, a seguito della riforma. Quanto alla preparazione degli insegnanti per la scuola ex-materna (dell'infanzia) ed ex-elementare (primaria), l'art. 5 prevede la trasformazione della laurea in Scienze della Formazione primaria in una laurea specialistica con valore abilitante.

Anche per la preparazione degli insegnanti della scuola secondaria (di primo e di secondo grado) lo stesso articolo prevede lauree specialistiche "con preminenti finalità d'approfondimento disciplinare" e con valore abilitante. L'individuazione delle classi di lauree specialistiche a ciò deputate è rinviata a futuri decreti ministeriali.

Infine, il comma e dell'art. 5 precisa che dopo il conseguimento di una di queste lauree specialistiche "ai fini dell'accesso nei ruoli organici del personale docente delle istituzioni scolastiche [i laureati] svolgono, previa stipula di contratti di formazione-lavoro, specifiche attività di tirocinio". In sostanza, le attuali SSIS (mai citate nel disegno di legge) vengono soppresse o quanto meno declassate a generiche strutture (burocratiche?) "di Ateneo o d'interateneo per la formazione degli insegnanti, cui sono affidati [...] i rapporti con le istituzioni scolastiche".

Sarà perché in anni recenti mi sono occupato soprattutto delle SSIS, ma credo di non esagerare dicendo che questa soppressione o trasformazione delle SSIS in lauree specialistiche è uno dei provvedimenti più negativi dell'intero disegno di legge Moratti. Oltretutto la soluzione ipotizzata ci allontana vistosamente dal mito di un allineamento con l'Europa (le soluzioni adottate all'estero sono diverse da Paese a Paese, ma quella adombrata nel disegno di legge non collima con nessuna di queste). In breve, la recente attivazione delle SSIS, descrit-

ta nel precedente par. 2, pur tra mille difficoltà, ha avuto almeno cinque grandi meriti:

- Ha fatto dialogare tra loro docenti universitari di facoltà diverse (docenti disciplinaristi, esperti di didattica, epistemologia, storia delle singole discipline, pedagogisti).

- Ha fatto dialogare tra loro Università diverse, in quanto la legge consentiva l'istituzione di un'unica SSIS per regione.

- Ha promosso una valida collaborazione tra le Università e il mondo della scuola, grazie al distacco parziale di qualche centinaio di docenti di scuola secondaria, selezionati con opportuni concorsi e utilizzati come supervisori del tirocinio degli specializzandi nelle scuole e grazie al coinvolgimento di qualche migliaio di altri docenti di scuola secondaria che hanno ospitato nelle loro classi gli specializzandi SSIS per le attività di tirocinio.

- *Ha consentito una preparazione professionale seria e ad ampio spettro dei futuri docenti, mentre le previste lauree specialistiche rischiano di essere, chiedo scusa per il bisticcio di parole, troppo specialistiche. Detto più esplicitamente, un buon insegnante di materie letterarie deve possedere un chiaro quadro complessivo della letteratura italiana e latina e magari di quella di altri Paesi, mentre non è indispensabile che abbia scritto una tesi specialistica dedicata ad una puntigliosa analisi della vita e delle opere di uno scrittore minore del '700. Analogamente un buon insegnante di matematica deve possedere un chiaro quadro complessivo della matematica, della fisica, della statistica, dell'informatica, mentre non è indispensabile che abbia svolto ricerche approfondite su un tipo particolarissimo di equazioni differenziali, ecc.*

-Ha dato agli specializzandi certezze sulla durata della preparazione professionale, svolta in un arco di tempo ben definito, a fronte del sistema aleatorio, nelle cadenze e negli esiti, dei tradizionali concorsi.

Tutto questo verrebbe compromesso dalla trasformazione delle SSIS in lauree specialistiche. Verrebbe meno la contemporaneità tra il completamento della formazione universitaria e le esperienze di tirocinio nelle scuole.

Verrebbe meno la collaborazione tra facoltà diverse e università diverse (non credo di svelare un segreto, dicendo che l'avversione alle SSIS è de terminata soprattutto da gelosie accademiche, particolarmente forti nel settore umanistico). Verrebbe meno la collaborazione tra Università e scuole. I tempi per l'immissione in ruolo si dilaterrebbero. Si rischierebbe addirittura di tornare a forme di reclutamento affidate alla burocrazia ministeriale, anch'essa da sempre con-

traria all'istituzione delle SSIS (*perché le SSIS hanno sottratto "potere" all'amministrazione centrale*). È inutile dire che io sono molto più pessimista del prof. Villani per ragioni che in parte ho già esposto in passato. Quanto scritto dal prof. Villani, mi conferma la furia iconoclasta che la Ministra manifesta nello spazzare via ogni minima proposta fatta dal governo precedente.

Le SSIS non vengono mai nominate, si lascia la briglia sul collo alle lobby ministeriali, che così recuperano potere e ci si affretta a annunciare le "preminenti finalità di approfondimento disciplinare" dei futuri corsi di laurea specialistici.

Questo significa calare una pietra tombale sul tentativo di fare emergere una Didattica Disciplinare, una forma di pedagogia applicata, elemento professionalmente caratterizzante, per un docente, assieme alla conoscenza della disciplina.

La Didattica Disciplinare è peraltro vittima non solo dell'insipienza ministeriale ma anche delle gelosie e delle preclusioni accademiche.

La Didattica Disciplinare è per ora terra di nessuno e richiederebbe delle competenze incrociate, tutte da creare, ma i docenti delle discipline pedagogiche, che sicuramente conoscono il problema, si sono rifiutati di contaminarsi con i nuovi obiettivi, che avrebbero dovuto contrattare con i loro colleghi disciplinaristi.

D'altro canto questi ultimi non erano preparati a questi "incontri del terzo tipo" ed hanno preferito rituffarsi nel disciplinarismo, bruciando inutilmente fette enormi di risorse.

La tragica realtà è che il mondo accademico ha finito per dare ragione alla Ministra ed alle conventicole ministeriali. Il risultato è che le SSIS non vanno affatto bene e la protesta dei precari contro i Sissini trova la strada spianata.

**Ermanno Niccoli**

## ACHILLE E LA TARTARUGA

a cura di **FRANCESCA TURCO**

FRANCESCA TURCO\*

## MINERVA

### Riassunto

*Prosegue la recensione dei siti di interesse Scientifico-didattico con la presentazione del Sito*

<http://www.minerva.unito.it>,

a cura di alcuni soci della Divisione di Didattica. Sono brevemente presentati i contenuti salienti del sito e vengono lanciate diverse proposte di collaborazione.

### Abstract

*The review of scientific education sites goes on with the presentation of a site edited by members of the Divisione di Didattica*

(<http://www.minerva.unito.it>).

*Relevant aspects of the site content are shown, and several proposals of collaboration are put forward.*

Riprendo la rassegna dei siti di cultura scientifica e didattica con <http://www.minerva.unito.it/>.

\* Dipartimento di Chimica Generale e Organica Applicata, C.so M. D'Azeglio, 48 - Torino  
[francesca.turco@unito.it](mailto:francesca.turco@unito.it)

Il sito è gestito fisicamente a Torino da un gruppo di Soci della Divisione di Didattica della SCI, la scelta può quindi apparire autocelebrativa e campanilistica, ma credo che risulterà giustificata dall'esame di alcuni dati sulla 'tira-tura'. In aggiunta le varie richieste di collaborazione disseminate oltre possono contestualmente dare voce al lavoro di altri Soci della Divisione, o loro allievi, e rendere il sito via via più ricco e più utile per gli utenti. Minerva nasce nel 1997 come sito celebrativo per i 150 anni della Facoltà di Scienze M.F.N., e da qui viene il nome un po' pomposo. L'iniziativa celebrativa fu vanificata da resistenze interne alla facoltà, così Minerva fu riprogettata e diventò un sito dedicato alla Storia, Epistemologia e Didattica della Chimica, un sito che da allora si è continuamente arricchito fino a superare l'attuale pingue numero di 1700 pagine. È difficile una recensione di materiale tanto abbondante e articolato, molto sommariamente si può riassumere in:



disegno di **Kevin Pease**

sito <http://cerulean.st/tower/art12.htm>

alcune grosse sezioni che riprendono, ampliandoli, il temi portanti del sito, corredate da numerosi argomenti "sparsi". In alto nella *home page* si trovano i collegamenti per approfondire 'Didattica', 'Epistemologia & etica', 'Storia della chimica', 'Storia della fisica', 'Storia delle scienze della vita', 'Storia delle scienze della terra'. Il sito contiene diverse biografie di scienziati, particolarmente consistenti sono quelle di Natta e Mendeleev. Un altro approfondimento messo in evidenza, visto il grande successo che ha riscosso, riguarda la 'Storia della chimica industriale'. Queste sezioni, quelle descritte in seguito e altre che non riporto sono co-

munque comodamente raggiungibili dall'indice; è pure presente un motore di ricerca interno.

Lo sviluppo del sito è stato monitorato e indirizzato da un costante esame degli accessi, che ha mostrato come gli argomenti più richiesti fossero i contenuti scientifici "duri". In risposta a quest'esigenza dell'utenza sono state inserite nuove sezioni, il riscontro è sempre stato immediato. Attualmente i contatti giornalieri a Minerva nei giorni lavorativi hanno superato il fatidico numero di 1000, con una media settimanale intorno agli 800/giorno. Il traffico di Minerva è al momento quattro volte quello del sito FAR dell'Università di Torino, ed è più del doppio del 'portale' Ulisse della SISSA di Trieste.<sup>1</sup> Entrambi i siti citati godono di forti finanziamenti, mentre Minerva si basa integralmente su collaborazioni gratuite. Il materiale messo in rete su Minerva viene reso accessibile da Google in tempi minimi (da tre a dieci giorni, a seconda della collocazione della pagina nel sito). L'utenza di Minerva è qualificata, come è dimostrato anche dal fatto che il 10% dei contatti è dovuto a lettori che hanno già visitato il sito, e che vi ritornano dopo aver memorizzato l'indirizzo. Il sito gode di ottima popolarità come testimoniano le centinaia di *links* presenti in rete. Questi dati significano che si è creata per la cultura chimica e scientifica – e per tutti gli interessati – un'occasione unica: la possibilità di far giungere ad un pubblico amplissimo informazioni e orientamenti sui temi che ci stanno più a cuore. Quasi tutte le sezioni di Minerva

offrono la possibilità di collaborazione, talvolta con impegno minimo di tempo. Qui di seguito ne elenco alcune, con un commento sulle collaborazioni possibili. Va da sé che saranno gradite anche collaborazioni per sezioni non esplicitamente citate.

#### Il dizionario<sup>2</sup>

Il Dizionario è stato il primo grande successo di Minerva. Il lemmario comprende attualmente oltre 1200 voci, ma può essere esteso nelle direzioni più diverse. La collaborazione può essere molto varia: nuove voci, ampliamento delle voci esistenti (note storiche, dati chimico-fisici, applicazioni). Agli interessati potremmo inviare un elenco delle voci più richieste. Annessi al Dizionario vi sono dei Supplementi abbastanza ampi, piuttosto frequentati. Qui l'impegno sarebbe maggiore, ma si possono utilizzare parti di tesi, tesine, lezioni, etc.

#### Il manuale Iupac<sup>3</sup> e la Qualità dei dati nel monitoraggio ambientale<sup>4</sup>

Il secondo 'salto quantico' nell'affluenza è stato fatto quando abbiamo messo in rete il manuale IUPAC tradotto da Silvio Gori e un documento sulla "Gestione della Qualità dei Dati relativi a progetti di Monitoraggio Ambientale" fornito da Claudio Baiocchi di Torino. Entrambi i testi sono molto consultati. Crediamo che delle schede esplicative (ed anche apertamente divulgative) potrebbero servire a superare il muro del gergo tecnico.

#### Il sistema periodico per immagini<sup>5</sup>

Il terzo 'balzo in avanti' (che continua

tuttora) si è avuto quando Google ha 'digerito' il Sistema periodico per immagini. Ogni elemento del Sistema è collegato ad un'ampia scheda delle proprietà chimiche e fisiche (una parte ancora da completare) e con le relative voci del Dizionario; a loro volta le voci pertinenti del Dizionario rinviano al Sistema. Si ha così una importante sinergia fra le diverse parti del sito, e molti visitatori 'scoprono' il Sistema per immagini a partire dal Dizionario. Per certi aspetti il Sistema per immagini è poco convenzionale, ed è qui che si offre l'occasione anche per collaborazioni 'istantanee'. Chiunque abbia o trovi in rete immagini adatte ad illustrare la presenza di un particolare elemento chimico nella scienza, nella produzione, nella cultura, nella vita quotidiana non ha che da inviarla all'indirizzo [luigi.cerruti@unito.it](mailto:luigi.cerruti@unito.it), corredata dalla fonte.

Ovviamente tutti i testi pubblicati su Minerva saranno firmati con il nome degli autori.

1 Il confronto è stato effettuato con il software Alexa proposto da Amazon all'indirizzo <http://www.alexa.com/>.

2 <http://www.minerva.unito.it/Chimica&Industria/Dizionario/DizRubrica.htm>

3 <http://www.minerva.unito.it/Chimica&Industria/IUPACHTML/ManualeIUPAC0.htm>

4 <http://www.minerva.unito.it/Chimica&Industria/MonitoraggioAmbientale/AnalIndice.htm>

5 <http://www.minerva.unito.it/Chimica&Industria/SistemaPeriodico/TabellaSemplice.htm>



## Un sito per *Didi*

La Divisione di Didattica cura un sito all'indirizzo <http://www.minerva.unito.it>. Il sito è in prospettiva dedicato essenzialmente alla storia e all'epistemologia della chimica, ospita inoltre i diversi numeri di *Didi*, opportunamente indicizzati. Una rubrica - già abbastanza ricca - che ospita le 'tesine' di storia ed epistemologia della scienza prodotte dagli allievi del corso omonimo della SISS di Torino. **È stata aperta una seconda rubrica riferita alla SISS di Torino dedicata all'attività di un laboratorio ipertestuale (Iperlab) di storia e epistemologia della scienza.** Le informazioni contenute nel sito sono facilmente accessibili per la presenza di un motore di ricerca interno.

Anche in questo caso, come per i contenuti di *Didi*, il sito denominato "Minerva" potrà essere arricchito a piacere, con l'unico costo del lavoro dei suoi amministratori. Qualunque collaborazione qualificata è benvenuta.

## Come ricevere *Didi*

I colleghi che fossero interessati a ricevere presso il loro indirizzo personale di posta elettronica il bollettino della Divisione di Didattica della Chimica, possono inviare una semplice richiesta via E-mail agli indirizzi riportati nella prima pagina di presentazione e cioè:

134 Prof. Luigi Cerruti [luigi.cerruti@unito.it](mailto:luigi.cerruti@unito.it)

Prof. Erminio Mostacci [erminio.mostacci@tin.it](mailto:erminio.mostacci@tin.it)



## SOCIETÀ CHIMICA ITALIANA DIVISIONE DIDATTICA

### Verbale della riunione del Consiglio Direttivo 24.6.2003

Il giorno 24 giugno 2003 presso un'aula attigua all'Aula Diagonale dell'Istituto di Chimica dell'Università di Torino si riunisce il Consiglio Direttivo per discutere il seguente Ordine del Giorno:

1. Comunicazioni del Presidente
2. Assegnazione borse di partecipazione al Congresso Nazionale
3. Candidature triennio 2004/2007
4. Varie ed eventuali

Sono presenti i membri del Direttivo: Aquilini, Carasso Mozzi, Carpignano, Costa, Dall'Antonia, Fetto, Riani. Sono assenti giustificati Allevi, Cerruti, Massidda. Presiede il Presidente della Divisione prof. Costa, verbalizza Dall'Antonia. Constatata la validità della riunione, il Presidente dà inizio ai lavori alle ore 17.00.

#### 1. Comunicazioni del Presidente

Il Presidente dopo aver porto a nome di tutto il Direttivo i più vivi ringraziamenti ai prof. Carpignano e Cerruti per essersi occupati dell'organizzazione dei lavori della Divisione relativi al Congresso in atto, passa a comunicare brevemente quello che è sua intenzione esporre nell'assemblea dei soci prevista per il giorno 25 giugno, circa le attività della Divisione. L'esposizione si articolerà nei seguenti punti:

- o Breve relazione sul bilancio finanziario.
- o Elenco delle azioni di formazione a livello regionale e presentazione dell'elenco ufficiale dei referenti regionali (rete COREFAC)
- o Descrizione delle azioni di formazione INDIRE in collaborazione col MIUR (Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca).
- o Attività di consulenza presso il MIUR relativamente alla riforma dei cicli scolastici.
- o Attività in collaborazione con le altre Associazioni accreditate presso il MIUR, in particolare con AIF ed ANISN.
- o Prospettive per i lavori futuri.

#### 2. Assegnazione borse di partecipazione Congresso Nazionale

Il Direttivo delibera all'unanimità di assegnare una borsa di partecipazione da euro 250,00 a ciascuno dei seguenti lavori presentati al Congresso Nazionale:

- o "Storia della chimica ed insegnamento della chimica: riflessioni e proposte" presentato dal prof. Antonio Testoni dell'Istituto Tecnico industriale "Copernico" di Ferrara,
- o "La magia degli elementi" presentato dalla prof.ssa Ivana Cocco della Sezione SCI-Sardegna, Gruppo Didattica Chimica Università-Scuola, Cagliari.

#### 3. Candidature per il triennio 2004/2007

Sulla base dell'attività svolta dalla Divisione nell'ultimo triennio e della valutazione

dei risultati ottenuti, il Presidente propone al vaglio del Direttivo alcune linee guida circa obiettivi, strategie e modalità di interventi che egli considera prioritarie per la prosecuzione dell'attività della Divisione e per il consolidamento della rete di relazioni che negli ultimi anni la Divisione è stata in grado di realizzare.

Segue un'ampia ed articolata discussione sull'argomento.

Visto il prolungarsi del dibattito, il Presidente ritiene opportuno aggiornare il Direttivo alle ore 16.45 del giorno 25 giugno 2003 e chiude la riunione alle ore 19.45.

#### (aggiornamento della riunione del 24.6.2003)

Il giorno 25 giugno 2003 presso un'aula attigua all'Aula Diagonale dell'Istituto di Chimica dell'Università di Torino si riunisce in aggiornamento il Consiglio Direttivo per discutere il seguente Ordine del Giorno:

3. Candidature triennio 2004/2007
4. Varie ed eventuali

Sono presenti i membri del Direttivo: Aquilini, Carasso Mozzi, Carpignano, Costa, Dall'Antonia, Fetto, Riani. Sono assenti giustificati Allevi, Cerruti, Massidda.

Presiede il Presidente della Divisione prof. Costa, verbalizza Dall'Antonia.

Constatata la validità della riunione, il Presidente dà inizio ai lavori alle ore 16.45.

#### 3. Candidature triennio 2004/2007

Al termine della discussione che vede la partecipazione di tutti i membri del Consiglio, il Direttivo concorda che, al fine di garantire la continuità del lavoro iniziato, siano da considerare obiettivi irrinunciabili per la Divisione: la difesa dell'immagine della chimica, un adeguato inserimento della chimica nei futuri contenuti della formazione scientifica, la promozione della professionalità dei docenti, il proseguimento e l'espansione dell'attività di formazione a livello regionale, un ulteriore incremento dei mezzi organizzativi e finanziari.

Il Direttivo conferma il proseguimento ed il potenziamento delle strategie già adottate durante l'attuale gestione, quali: la collaborazione stretta nell'attività di promozione e nei contatti ministeriali con AIF ed ANISN, la promozione del lavoro dei referenti regionali in tutte le regioni, i contatti con il Consiglio Centrale.

Il Consiglio infine ritiene che sia necessario sensibilizzare e sollecitare i soci insegnanti alle problematiche sopra citate, in modo che essi stessi individualmente possano divulgarle, utilizzando il più ampio ventaglio di competenze disciplinari ed interdisciplinari. A questo riguardo Il Consiglio ritiene di dover intensificare i contatti con i soci anche con sondaggi d'opinione.

Per quanto riguarda l'organizzazione interna, si ritiene opportuna un'equa distribuzione del lavoro fra i membri del Consiglio Direttivo, sotto il continuo controllo del Presidente e del Consiglio stesso e si raccoman-

da l'elaborazione tempestiva ed esauriente dei verbali delle riunioni.

L'attuale Presidente si rende naturalmente fin d'ora disponibile a sostenere l'opera della futura gestione, in qualità di Past President, soprattutto per le relazioni con il mondo accademico e con il Consiglio Centrale.

Per quanto riguarda la scelta dei candidati, alla possibilità di individuare come candidata l'attuale Vicepresident Aquilini, visto il lavoro a tempo pieno che ella ha espletato durante questa gestione, l'esperienza acquisita nei contatti con le altre Associazioni e la preparazione professionale documentata dai tanti lavori pubblicati e dalla lunga presenza in Commissione Curricoli, si contrappone la perplessità avanzata da alcuni membri del Direttivo (Carpignano, Carrasso Mozzi) che, senza intendere esprimere alcuna critica al lavoro svolto da Aquilini, avanzano dubbi sull'opportunità che il Presidente della Divisione non provenga dal mondo accademico.

La precisa richiesta del Presidente di avere la proposta di un'individuata candidatura universitaria, non trova al momento risposta. Riani interviene proponendo ufficialmente la candidatura di Aquilini.

Il Presidente ritiene che non è il caso in questo consesso di presentare l'unica candidatura di Aquilini quando non si può esprimere al momento un'altra candidatura che accontenti la tesi della necessità di un Presidente professore universitario. Una proposta di un'unica candidatura largamente condivisa, o, in mancanza, di due candidature fra le quali scegliere o, infine di due candidature da sottoporre ai soci, dovrà essere cercata nei prossimi mesi e sottoposta al Direttivo e poi all'Assemblea dei soci in una prossima occasione che potrebbe essere il Convegno organizzato a Padova il 30 settembre.

#### 4. Varie ed eventuali

Nulla viene discusso a questo riguardo Esauriti tutti i punti all'Ordine del Giorno, il Presidente dichiara chiusa la seduta alle ore 19.30.

Letto, approvato e sottoscritto

#### Il Presidente

prof. Giacomo Costa

#### Il Segretario Verbalizzante

Patrizia Dall'Antonia

### Verbale della riunione del Consiglio Direttivo 29.9.2003

Il giorno 29 settembre 2003, presso l'aula F (via Marzolo 1) dell'Istituto di Chimica dell'Università di Padova, si riunisce il Consiglio Direttivo per discutere il seguente Ordine del Giorno:

1. Relazione del Presidente
2. Comunicazioni
3. Presentazione candidature triennio 2004/2007 da portare all'Assemblea Annuale dei Soci
4. Varie ed eventuali

Sono presenti i membri del Direttivo: Carasso Mozzi, Costa, Dall'Antonia, Fetto, Massidda, Riani. Sono assenti giustificati: Allevi, Aquilini, Carpignano, Cerruti. Presiede il Presidente della Divisione prof. Costa, verbalizza Dall'Antonia. Constatata la validità della riunione, il Presidente dà inizio ai lavori alle ore 16.30.

### 1. Relazione del Presidente

Il Presidente presenta la relazione circa le attività intraprese dalla Divisione nell'ultimo triennio (vedi all.1). Finita la relazione, si apre la discussione. Interviene Carasso Mozzi per richiamare l'opportunità di accennare alle vicende del Progetto Trieste. Ella ha informazioni sulla possibilità di ottenere ulteriori collaborazioni al Progetto, ad esempio quella del prof. Roletto, e suggerisce di collocare i futuri contributi in "Quaderni" che potrebbero essere divulgati via internet; ciascun quaderno potrebbe sviluppare una tematica ed articolarsi in tre sezioni: "Collocazione storico epistemologica", "Attività didattica", "Criteri e strumenti di valutazione". Secondo Riani invece il Progetto Trieste dovrebbe agire su due canali: l'insegnamento e le SSISS. Per l'insegnamento dovrebbero servire schede sperimentali ben inquadrare e strutturate (già disponibili molti esempi), per le SSISS sarebbe utile anche un manuale di chimica opportunamente costruito, del quale è già iniziata la stesura. Riani dichiara di essere favorevole anche alla diffusione "cartacea" del materiale prodotto (si tratta di trovare un editore e di ottenere in qualche modo gli eventuali finanziamenti necessari), in quanto il materiale semplicemente immesso in rete è destinato a più o meno rapida scomparsa. A proposito dell'eventuale divulgazione dei lavori, il Presidente ricorda che l'attività di ricerca può essere divulgata con qualsiasi mezzo, salva l'approvazione del gestore del mezzo stesso, a titolo personale, altrimenti essa può essere divulgata con l'avvallo della Divisione, ma in tal caso, su proposta ed approvazione del Consiglio Direttivo. Il Presidente ritiene necessario che la discussione sul Progetto Trieste continui in seno alla Divisione, fino al raggiungimento di proposte condivise da tutti gli interessati.

### 2. Comunicazioni

A scopo informativo, il Presidente illustra brevemente i lavori dell'Assemblea dei Soci tenutasi il 26 giugno 2003 a Torino.

Il Presidente passa a comunicare circa l'insediamento del Comitato Scientifico previsto dal protocollo d'intesa MIUR DDSCI firmato lo scorso anno. L'incontro si è svolto a Roma, Lunedì 22 settembre 2003. Ha aperto i lavori il dott. Criscuoli, direttore generale dell'Ufficio X "Ordinamenti scolastici". Insieme alla DD-SCI, rappresentata dal Presidente Prof. Giacomo Costa, dalla Vicepresidente Eleonora Aquilini e da Patrizia Dall'Antonia, erano presenti i rappresentanti della Società Geografica Italiana, il Presidente Vincenzo Terreni e Clementina Todaro dell'ANISN, l'Ispeatrice di Sc. Naturali Cigni Perugini, l'ispettore

Cannizzaro per la Chimica, Lucia Corbo con funzioni di segretaria verbalista e la dottoressa Elisabetta Davoli, Presidente del Comitato. A ciascuno dei partecipanti è stata fornita una copia del decreto costitutivo del Comitato e due documenti, uno riguardante i Licei nel secondo ciclo del sistema educativo di istruzione e formazione, l'altro relativo al profilo educativo, culturale e professionale dello studente alla fine del secondo ciclo di istruzione e alla determinazione dei livelli essenziali di prestazione per gli Istituti dell'istruzione e della formazione professionale. E' stato comunicato che entro il 6 ottobre si dovrebbe ultimare l'elaborazione del "profili d'uscita" dai Licei, le Associazioni disciplinari sono state invitate a compilare proposte per i relativi piani di studio. La Presidente ha affermato che il compito delle Associazioni è puramente tecnico e non attiene al contenuto dei documenti già divulgati, d'altro canto è stato con chiarezza ribadito dai membri delle Associazioni che il ruolo delle Associazioni professionali dei docenti non è quello di consulenti tecnici, ma si estende al pensiero ed all'elaborazione critica sui problemi della Scuola. Alla fine è stato auspicato, ma non senza sospetti, il coinvolgimento delle Associazioni nella discussione di una questione di primaria importanza anche se limitata alla sola area liceale dal momento che la formazione professionale è di competenza delle Regioni ed ancora non è stata avviata alcuna iniziativa (Dall'Antonia). Aquilini ha fatto presente che senza un quadro orario è ben difficile pensare a cosa insegnare in modo significativo. Si è rilevato che per questo lavoro non sono previsti compensi, è stato quindi richiesto alla dott.ssa Davoli di adoprarsi per rimediare ad un aspetto economico non certo di secondaria importanza. Le Associazioni presenti hanno accettato di partecipare ad un lavoro che si presenta difficile nella sua realizzazione, ma soprattutto che richiederà una grandissima attenzione per tentare di collocare nella giusta posizione le Scienze sperimentali e di dar loro delle linee di lavoro coerenti con la loro natura e con i reali bisogni della società futura (Costa). E' stato infine raccomandato dalla dott.ssa Davoli che nel lavoro di elaborazione, non ci si debba riferire alla situazione attuale: non si tratta cioè di una "manutenzione" dei programmi, ma di un loro totale riscrittura.

### 3. Presentazione candidature per il triennio 2004/2007

Prendendo atto della lettera inviata al Direttivo dalla prof.ssa Carpignano in data 24.6.03 (vedi all.2) e di quella inviata dall'attuale Vicepresidente prof.ssa Aquilini in data 25.6.03 (vedi all.3), il Consiglio Direttivo delibera all'unanimità di presentare alla prossima Assemblea la candidatura di Rosarina Carpignano alla Presidenza della Divisione. Vista la disponibilità della prof.ssa Aquilini, l'attuale Consiglio Direttivo ritiene opportuno per il prossimo triennio, che essa debba continuare il Coordinamento della Commissione Curricoli ed

i rapporti con le Associazioni Disciplinari e con il MIUR, in qualità di Vicepresidente.

### 4. Varie ed eventuali

Il Consiglio Direttivo affida al Presidente il mandato di presentare presso la Sede Centrale la candidatura di Pierluigi Riani alla Direzione del Giornale "La Chimica nella Scuola". Il nuovo direttore subentrerà al prof. Paolo Mirone che lascia l'incarico come ai sensi del regolamento.

Esauriti tutti i punti all'Ordine del Giorno, il Presidente dichiara chiusa la seduta alle ore 18.30.

Letto, approvato e sottoscritto

**Il Presidente**

**prof. Giacomo Costa**

**Il Segretario Verbalizzante**

**Patrizia Dall'Antonia**

*Allegato 1*

### **RELAZIONE DEL PRESIDENTE** *sull'attività della Divisione di* *Didattica Chimica della SCI*

Nel triennio 1° gennaio 2000 – 12 dicembre 2003 l'attività della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana si è sviluppata con iniziative e realizzazioni nelle seguenti direzioni:

- 1 Formalizzazione dei rapporti con il Ministero dell'Istruzione Università e Ricerca
- 2 Attività congressuale
- 3 Attività di formazione
- 4 Collaborazione con le Associazioni degli insegnanti di fisica (AIF) e degli insegnanti di scienze naturali (ANISN)
- 5 Organizzazione di una rete di referenti sul territorio nazionale
- 6 Attività in seno al Consiglio centrale della Società Chimica Italiana

#### **1) Rapporti con il Ministero della Istruzione, Università e Ricerca e contatti informali con gli ambienti ministeriali**

A seguito della visita degli ispettori del MIUR a Trieste per il monitoraggio e la verifica delle attività di formazione, nel marzo 2002 la SCI (Divisione di Didattica) è stata inserita nell'elenco definitivo delle Agenzie accreditate per la formazione. Il 9 maggio 2002 è stato firmato dal Presidente della SCI il protocollo d'intesa fra la SCI (Divisione di Didattica) e il MIUR.

Sulla implementazione del protocollo si sono mantenuti i contatti con gli Uffici ministeriali. Abbiamo formalizzato le nomine dei membri del Comitato paritetico che spettano alla Divisione per la gestione del Protocollo d'intesa nelle persone del Presidente. Giacomo Costa, della Vicepresidente Eleonora Aquilini, dei membri del Direttivo Patrizia Dall'Antonia e Pasquale Fetto. Abbiamo inviato programmi per l'attività di formazione. Ancora prima dell'insediamento del Comitato paritetico abbiamo attivato contatti informali con il MIUR per la realizzazione di altre iniziative anche in collaborazione con AIF e ANISN (vedi avanti). Abbiamo avanzato richiesta di finanziamento,

nel quadro dell'Art. 4 della legge 6/2000 (iniziative per la diffusione della cultura scientifica), per un convegno sulla "Formazione scientifica dentro e fuori la scuola". Sono stati invece formali i rapporti con il MIUR nella consultazione sui programmi ministeriali di riforma. E' stato chiesto infatti anche alla divisione di Didattica chimica della SCI, come Agenzia accreditata, di formulare osservazioni sui documenti pubblicati dal Ministero. Si tratta dei cosiddetti "Indirizzi Nazionali per i piani di studio personalizzati" e dei "profili educativi e professionali dello studente....." per il primo ciclo dell'istruzione. E' stato prodotto, per il Ministero, un documento comune delle tre Associazioni AIF, ANISN, DIDI-SCI. Il Comitato paritetico è stato insediato il 22 settembre u.s. e, in quella occasione ci è stato chiesto di esprimerci sui contenuti (obiettivi generali e specifici) per il secondo ciclo dell'istruzione per il quale stanno uscendo documenti ministeriali

## 2) Attività congressuale:

Sono state organizzate le seguenti manifestazioni principali:

- IV Edizione delle Giornate di studio sulla Formazione Scientifica (organizzata dal Presidente nella qualità di responsabile del CIRD ( Centro Interdipartimentale per la Ricerca Didattica dell'Università di Trieste) – Trieste 24 e 26 novembre 2000
- XII° Congresso della Divisione a Trieste 7 – 10 novembre 2001
- III° Conferenza nazionale sull'insegnamento della chimica - Cagliari – 24-26 ottobre 2002
- XIII° Congresso della Divisione – Torino 23 – 26 giugno 2003

## Abbiamo partecipato a

- Tavola rotonda organizzata dal Presidente nel quadro del Sigma Aldrich Jung Chemist Symposium a Riccione il 18-19 ottobre 2001
- Tavola rotonda (partecipazione del Presidente ) al congresso della Divisione di Chimica organica della SCI – Trieste 2002

## 3) Attività di formazione

### Convegno Nazionale su "Le scienze a scuola nel ciclo primario" – Pisa 05/01/02

Corsi di aggiornamento presentati in collaborazione fra la Divisione di Didattica della SCI, l'AIF e l'ANISN e in collaborazione con l'Ufficio scolastico regionale della Lombardia dal 17/10/2002 al 31/03/03

- sul tema "Energia" (Milano e Varese)
- sul tema "colore" (Mantova)

Cicli di conferenze su temi scientifici di attualità in collaborazione fra la Divisione di Didattica della SCI, l'AIF e l'ANISN e in collaborazione con l'Ufficio scolastico regionale della Lombardia dal 25/03/2003 al 22/05/03 – nelle seguenti città, presso istituti e licei della scuola secondaria superiore

- Milano; Bergamo; Brescia; Como; Mantova; Pavia; Varese

La Divisione partecipa all'azione di formazione di docenti neo assunti e in servizio organizzata con l'uso di tecnologie informatiche dall'istituto nazionale INDIRE di Firenze che opera in collegamento con il

MIUR. Questa azione di formazione consiste nella gestione di Forum su tematiche generali, affidate ad esperti indicati dalla Divisione.

## 4) Collaborazione sistematica e permanente con le Associazioni degli insegnanti di Fisica (AIF) e degli insegnanti di Scienze naturali (ANISN)

Abbiamo messo in atto la strategia concordata in un incontro dei Presidenti delle tre Associazioni nazionali: degli insegnanti di chimica (le nostra Divisione) insegnanti di fisica (AIF), e insegnanti di Scienze Naturali (ANISN), svoltosi in occasione del XII Congresso di Trieste nel novembre 2001. Si era avviata allora la collaborazione fra le tre Associazioni per la promozione dell'insegnamento integrato delle tre discipline ai primi livelli e percorsi scolastici.

In collaborazione con AIF e ANISN e valendoci dei nostri referenti regionali (vedi punto 5) abbiamo organizzato attività di formazione (vedi punto 3) e abbiamo intrattenuto rapporti con il MIUR nella consultazione sui programmi ministeriali di riforma. In quest'ultimo tema abbiamo attivato una commissione con AIF e ANISN la quale, ha tenuto una serie di incontri, per confrontare contenuti e metodi per l'insegnamento della fisica, della chimica e delle scienze naturali nelle scuole secondarie. Con questa attività si è costituito un innovativo strumento per la promozione dell'insegnamento integrato delle scienze nella scuola di base. Sono emerse, come era da attendersi, differenze nei punti di vista dei rappresentanti delle tre discipline. Non si è ritenuto di produrre un documento unitario ma sono state poste le basi per un prossimo, costruttivo lavoro.

Nel profilo ministeriale non trova spazio sufficiente una corretta formazione scientifica, indispensabile come sostegno complementare alla cultura del cittadino. Si riconosce al contrario da un lato un'impostazione culturale sostanzialmente umanistica e dall'altro una separazione fra un canale professionalizzante, che subordina la necessità di "capire" alla importanza del "fare", ed un canale di preparazione agli studi superiori. Il richiamo, per il liceo scientifico, ad una funzione puramente ermeneutica della scienza, emargina la formazione scientifica a compiti strumentali rispetto alla cultura umanistica. Non è ancora individuabile nei profili culturali preparati dal ministero la vocazione per la ricerca scientifica o anche di una personalità liberamente creativa.

Quanto ai contenuti, indicati dagli obiettivi generali e dagli obiettivi specifici del percorso scolastico indicati dal Ministero per il primo ciclo, criticiamo lo scarso coordinamento fra l'insegnamento della fisica, della chimica e delle scienze naturali. E' un errore didattico grave che ignora il crescente carattere interdisciplinare delle moderne teorie scientifiche e della tecnologia.

Sulla base di quanto è emerso nelle discussioni le tre Associazioni hanno presentato un testo unitario su alcuni principi irrinunciabili nella formazione scientifica.

## 5) Proseguimento dell'organizzazione e attività di una rete di referenti sul territorio nazionale

La formazione di una rete di referenti risponde ad una assoluta necessità per lo sviluppo della Divisione. La sua funzione più importante è il collegamento fra Direttivo e soci per la realizzazione dell'attività istituzionale. Il referente regionale può con maggiore efficacia raccogliere intorno a sé un gruppo di colleghi particolarmente motivati, individuare occasioni culturali, logistiche e finanziarie, e contatti con le autorità scolastiche locali e proporre al direttivo iniziative regionali secondo le possibilità e le esigenze nelle diverse sedi e secondo un programma coordinato dal Direttivo della divisione e coerente a livello nazionale. Solo un referente locale può costituire un centro di attrazione e di informazione fra i soci raccogliendo risorse dagli Uffici scolastici e da Enti pubblici e privati a livello locale. Spirito di servizio, iniziativa, capacità organizzative e motivazione professionale sono premesse indispensabili per questo lavoro. Un primo elenco di soci che hanno accettato di cimentarsi è stato formulato (vedi elenco allegato a questa relazione) e i primi risultati si sono già visti in alcune, benché ancora poche regioni.

## 6) Rivalutazione della presenza della Divisione nel Consiglio Centrale della SCI

La Divisione deve affrontare la difficile situazione nella quale la chimica è ridotta. Sul piano culturale essa è marginalizzata per l'incomprensione della sua funzione indispensabile per lo sviluppo scientifico e penalizzata da una immagine distorta, originata dall'uso deviato ma appariscente e negativo di alcune categorie di prodotti industriali. La Divisione si è attivata prima di tutto in seno al Consiglio Centrale della Società, con una azione di informazione e di sollecitazione. La SCI è intervenuta in diverse circostanze e in diversi modi in aiuto della Divisione. Ha partecipato e partecipa a due Commissioni in seno al Consiglio stesso: la Commissione Formazione e la Commissione Immagine. La SCI ha prodotto una videocassetta di promozione della chimica negli Atenei. E' intervenuta con aiuti finanziari. Ha accompagnato il pronto intervento del Presidente ottenendo il ritiro dello sciagurato libello "La trappola Chimica". Segno della attenzione di cui è segno la Divisione, alla "tavola rotonda" organizzata in occasione del XIII° Congresso della Divisione a Torino alla quale hanno partecipato il Vicepresidente della SCI e il Direttore del giornale della Società: "La Chimica e l'Industria". L'esito complessivo di questa azione è l'attuale posizione della Divisione in seno alla SCI. Essa ci permette di proseguire nel nostro lavoro con il particolare appoggio della Società madre.

Il maggior prestigio che la Divisione di didattica della SCI ha acquistato sia nella Società Chimica che fra le Associazioni delle scienze sperimentali di base AIF e ANISN è da attribuirsi alla attività intensa su diversi fronti di tutti i membri del Direttivo. La Vicepresidente Aquilini ha curato con il Pre-

sidente i contatti con l'AIF e l'ANISN e con il Ministero. Ha completato il lavoro iniziato da Fabio Olmi per la costituzione della rete di referenti (il COREFAC) e ha essa stessa organizzato attività di formazione. Con l'ampliarsi delle attività della Divisione, un lavoro importante è divenuto quello della tesoriere Dall'Antonia che ha sempre mantenuto il controllo della situazione finanziaria con attenzione e precisione. Pasquale Fetto ha guidato e mantenuto con costante efficienza il settore "informazione" con ogni mezzo tecnico a sua disposizione mantenendo anche i collegamenti con il giornale "Chimica nella Scuola". Tutti i colleghi del Direttivo che hanno lavorato nelle loro sedi con iniziative locali: Pierluigi Riani per la Conferenza di Pisa, Maria Vittoria Massidda (ricordiamo il congresso di Cagliari) Rosarina Carpignano, (ricordiamo il congresso di Torino), Fausta Mozzi che ha rappresentato la Divisione nell'organizzazione del convegno di Padova, Mario Anastasia che cura i giochi della chimica, Fabio Olmi per i rapporti con il Forum delle Associazioni.

**Prof. Giacomo Costa**

### *Allegato 2*

*Lettera inviata al Direttivo in data 24.06.2003 dalla prof.ssa Carpignano*

Caro Giacomo e cari colleghi del Direttivo, sono spiacente che per impegni sopraggiunti (inaugurazione del corso di laurea a Verbania) non possa essere presente alla riunione del Direttivo del 29 prossimo. Vi scrivo quindi quanto avrei voluto dirvi a viva voce.

Dal 1 novembre prossimo sarò in pensione: pur mantendo ancora qualche impegno con la Facoltà e con la SSISS avrò più tempo disponibile rispetto al passato e, almeno per ora, mi sento ancora in grado di assumere delle responsabilità.

Per questo, dopo una lunga riflessione, ho deciso di presentare al Consiglio Direttivo la mia candidatura alla Presidenza della Divisione. La mia decisione deriva dalla certezza che Giacomo come past-President darà un valido aiuto, dalla speranza che Eleonora vorrà continuare nella sua attività di collegamento con le altre Associazioni e che gli altri membri del Direttivo, rieletti o no, continueranno a collaborare come hanno fatto finora.

Non posso che esprimere il massimo apprezzamento per quanto realizzato in questo triennio, soprattutto ad opera del Presidente e della Vicepresidente e credo che su questa linea si debba continuare, mantenendo e rafforzando i legami con la sede centrale, con il Ministero e le sue propaggini, con le altre Associazioni e con gli insegnanti di tutti i livelli scolari interessati alle scienze. L'iniziativa del COREFAC comincia a funzionare bene: deve essere estesa ad altre Regioni anche coinvolgendo le Sezioni regionali della SCI.

La scuola dell'Aquila ha avuto un ottimo

successo: è bene ripetere iniziative analoghe cercando di coinvolgere maggiormente gli insegnanti chimici.

Poiché alcuni membri dell'attuale Direttivo dovranno essere sostituiti, vorrei proporre come candidata per il Direttivo Daniela Lanfranco, insegnante di scuola secondaria di Torino, che si è molto impegnata per la Divisione portando avanti il COREFAC per il Piemonte.

Anche Tiziano Pera, dopo l'interruzione, potrebbe essere candidato per il Direttivo, e mi ha promesso la sua collaborazione.

A tutti voi cari saluti

**Rosarina Carpignano**

### *Allegato 3*

*Lettera inviata al Direttivo in data 25.06.2003 dalla prof.ssa Aquilini*

Ai membri del Direttivo comunico con molto dispiacere che non potrò partecipare alla riunione del 29 Settembre a Padova a causa di un impegno scolastico. Come sapete infatti a me e a Vincenzo Terreni non è stato rinnovato il comando per lavorare all'interno dell'associazione. Avendo già chiesto un giorno in questa settimana per andare al MIUR, non posso chiedere al Dirigente di essere assente ad una riunione dopo così poco tempo (avevo organizzato tutto per essere presente nel primo pomeriggio a Padova ma ...). A questo proposito proprio la non completa disponibilità per le attività della Divisione Didattica mi ha indotto a non presentare la mia candidatura come Presidente.

Vorrei però far presente al Direttivo più che l'elenco delle attività svolte nel triennio della Presidenza Costa, il senso del lavoro che è stato fatto ed evidenziare come ogni punto dell'elenco sia legato all'altro. Faccio degli esempi.

Come sapete la DD-SCI è ente accreditato ed è stato firmato un protocollo d'intesa con il MIUR. Credo che l'esigenza di fare questo importante passo ci fosse da tempo nel Direttivo e adesso è stato realizzato perché si è capito finalmente "come" fare. Questo grazie alle conversazioni, i consigli, le indicazioni di Riccardo e Vincenzo con cui ho tenuto costantemente rapporti di lavoro e amicizia. Si è aperta la via del MIUR anche per un riconoscimento diverso rispetto a prima. Le notizie sono state scambiate; soprattutto Riccardo Govoni, mi ha sempre informato di iniziative che coinvolgevano le associazioni. L'accreditamento ha portato alla collaborazione con l'INDIRE, alle convocazioni per la riforma (luglio 2002), alla consultazione per i piani di studio del ciclo primario.

Abbiamo avuto per un anno un comando per la DD-SCI, grazie a Rosario Drago, contattato da Terreni.

Con AIF e ANISN abbiamo fatto il congresso nazionale di Pisa e la scuola di Assergi per il ciclo primario (nazionale). Vorrei sottolineare che in queste occasioni la DD-SCI ha avuto un ruolo di primaria importanza

(hanno lasciato in gran parte a me la scelta dei contenuti in entrambe le occasioni) perché, pur essendo minoritari per le presenze, in entrambe le manifestazioni siamo noi che abbiamo dato un livello culturale diverso proponendo per la scuola di base una strutturazione verticale del curriculum. ANISN e l'AIF non hanno un lavoro consolidato in questo senso per la scuola di base. Nell'insegnamento delle scienze l'esperienza emotivamente interessante e coinvolgente senza un prima e un dopo, senza storia, ha fatto il suo tempo e questo è risultato chiaro ad Assergi dove è piaciuto proprio lo sviluppo verticale dei percorsi dalla scuola dell'infanzia alla terza media. Il lavoro che è stato fatto nella nostra Commissione curricula di cui Fabio Olmi è stato coordinatore per molto tempo, ha retto a tutti i venti culturali e politici ed è un punto di forza a cui dobbiamo tenere e che dobbiamo consolidare sempre più.

Il COREFAC che sta pian piano nascendo, è anch'esso legato all'amicizia delle tre associazioni: si veda il gran lavoro fatto da Capellini e Calatozzolo in Lombardia e quanto si sta cercando di fare in Puglia.

Sul fronte COREFAC c'è moltissimo da fare per l'aspetto organizzativo, però lo sviluppo, i corsi d'aggiornamento da fare sono in gran parte legati al legame con ANISN e AIF. Insomma quello che è stato fatto in questo triennio è dipeso in gran parte dall'amicizia e la collaborazione con AIF e ANISN e in particolare con Riccardo Govoni e Vincenzo Terreni. Penso che il Direttivo debba tenere conto di tutto questo e chiedo che sia mantenuta la continuità con quanto fatto da Giacomo, da me e da tutto il Direttivo in questo triennio.

Per quanto riguarda la mia persona dichiaro la mia disponibilità alla Vicepresidenza nel prossimo triennio con la responsabilità dei rapporti con le associazioni, i rapporti con il MIUR (da integrarsi come nella situazione attuale del protocollo con altri esperti) e il coordinamento della commissione curricula. Il programma di lavoro è relativo alla collaborazione con ANISN e AIF per aspetti generali e la formazione nel ciclo primario e nella scuola media superiore (considerando l'impegno che ha richiesto il 22 Settembre il MIUR), per problemi connessi alla professione docente, sviluppo nell'ambito della Commissione curricula di proposte di un curriculum di Chimica per la secondaria superiore, e mantenere i rapporti con il FORUM delle associazioni (attualmente faccio parte del coordinamento).

Propongo per il Direttivo Mariano Calatozzolo o Carmen Capellini (referente COREFAC per la Lombardia) che si sono molto prodigati nell'organizzazione di corsi di aggiornamento.

Un caro saluto

**Eleonora Aquilini**



**Luigi Cerruti**  
**Bella & Potente**  
**La chimica del Novecento fra**  
**scienza e società**

Le opere sulla storia della scienza di autore italiano sono ancora piuttosto rare, e addirittura insoliti sono i lavori di storia della chimica. È quindi con una certa curiosità che si apre un corposo volume sulla storia delle discipline chimiche nel Novecento, appena pubblicato dagli Editori Riuniti con il titolo *Bella & Potente*. La quarta di copertina ci spiega subito come la chimica sia bella dal punto di vista conoscitivo, e potente nelle sue applicazioni, tuttavia la 'spiegazione' proposta nel libro non deve essere stata così semplice se l'autore impiega un mezzo migliaio di pagine per argomentare la tesi del titolo. In ogni caso un secolo di storia è un periodo abbastanza lungo, sia perché i tempi scanditi da Cerruti vanno effettivamente dal tardo Ottocento fino alle soglie dell'attualità, sia perché la sua narrazione cerca di seguire per quanto possibile un andamento cronologico, sia ancora perché l'attenzione del lettore è costantemente riportata sui continui mutamenti nelle 'procedure conoscitive' della chimica.

L'autore usa spesso il termine 'procedura' – di sapore legale – per indicare il modo di operare complessivo dello scienziato nella indagine teorica non meno che nella realtà del laboratorio, ed è evidente che l'insistenza su questo termine intende sottolineare anche a livello linguistico il carattere socialmente 'controllato' della ricerca scientifica. Spesso però è proprio l'infrazione delle regole, la novità metodologica, ad aprire nuovi orizzonti conoscitivi. È stato questo il caso della nascita della chimica degli alti polimeri, descritta in un capitolo dal titolo accattivante: "Macromolecole, proteine e altri enigmi". Forse non a caso il capitolo è il nono di una serie di diciotto, esso quindi assume una posizione centrale nel racconto delle vicende chimiche del Novecento. L'orizzonte aperto negli anni '20 e '30 dalla chimica macromolecolare di Hermann Staudinger assumerà la forma di un'onda travolgente di innovazioni industriali a partire dalla seconda guerra mondiale, quando negli Stati Uniti avverrà una mutazione profonda, e cioè il passaggio dal carbone al petrolio come materia prima fondamentale per l'industria chimica. Ancora durante la guerra si comincia a realizzare negli impianti e nei laboratori della nascente industria petrolchimica americana una trasformazione che al termine della guerra si estenderà ai laboratori universitari. Si tratta dello sviluppo di apparecchiature per le spettroscopie nel-

l'ultravioletto-visibile, nell'infrarosso, e di massa, strumenti a cui si affiancheranno nel dopoguerra quelli basati sulla risonanza magnetica nucleare. Negli anni '60 e '70 il laboratorio chimico diventa sempre più un laboratorio diverso, in cui la strumentazione chimico-fisica assume un ruolo fondamentale. Infine, è proprio la nuova strumentazione a fornire i mezzi per interpretare la struttura dei nuovi 'oggetti' che negli anni '70 e '80 sono alla base della chimica supramolecolare.

La chimica supramolecolare costituisce il secondo orizzonte conoscitivo aperto nel Novecento, e Cerruti ne descrive l'origine e gli sviluppi fino alle recentissime macchine molecolari (un campo in cui primeggiano anche gli italiani).

Chimica macromolecolare, nuova strumentazione di laboratorio, chimica supramolecolare sono quindi le svolte principali della chimica del secolo scorso, ma la trama del libro è più fitta di una storia apparentemente lineare, infatti vi sono diversi temi che si riaffacciano lungo tutto il racconto. Visibilissimo è quello del rapporto fra la chimica e la guerra, in quanto due interi capitoli sono dedicati alla prima e alla seconda guerra mondiale, e non meno chiare sono le tappe principali della ricca interazione fra chimica e biologia da una parte, e fra chimica e fisica dall'altra. Sulle relazioni fra chimica e biologia il racconto parte dalla scoperta di enzimi, ormoni e vitamine all'inizio del Novecento per finire con gli sviluppi della biologia molecolare nella seconda parte del secolo. A proposito degli sviluppi 'politici' della biologia molecolare l'autore è estremamente polemico, con lunghe pagine dedicate ad una anti-storia della doppia elica e a sanzionare la visione della biologia molecolare come "biochimica travestita" (è il titolo di un intero capitolo dedicato alla questione). Tutto sommato, l'autore non fa altro che dare una struttura storiografica alla vigorosa polemica sostenuta negli anni '60 dal grande biochimico Erwin Chargaff.

In generale la posizione dell'autore è radicalmente antiriduzionista, al punto da sviluppare in diversi punti veri e propri attacchi contro le affermazioni esplicitamente riduzioniste di alcuni fra i più grandi fisici del Novecento. Nel capitolo finale Cerruti giunge ad una conclusione apparentemente paradossale: "Lungi dall'essere sottomesa alla fisica, secondo le pretese di Dirac e Feynman, la chimica ha letteralmente fagocitato una parte rilevante della fisica". L'autore dà una duplice base a questa affermazione. La prima è puramente empirica: la strumentazione fisica che ha invaso i laboratori è utilizzata esclusivamente dai chimici, che ne interpretano i dati secondo le loro modalità conoscitive e non secondo quelle della fisica. La seconda base invocata a sostegno della tesi antiriduzionista è teorica, e consiste nella teoria dell'autopoiesi di Maturana e Varela. In

*Bella & Potente* la chimica è una 'unità autonoma' estremamente complessa, in quanto include gli scienziati, la conoscenza chimica, gli strumenti e gli impianti industriali. Come unità autonoma la chimica è un sistema omeostatico che interagisce con il suo ambiente (la società, le altre discipline) mediante 'accoppiamenti strutturali' (termine di Maturana e Varela), e non mediante processi di input e output di informazioni che funzionino da istruzioni. Chimica, discipline sorelle e società subiscono una co-evoluzione, perturbandosi reciprocamente, e tuttavia senza che nessuna delle tante 'unità autonome' che formano la società umana possa 'comandare' un'altra.

Una chimica che interagisce con la società come unità autonoma è pure invocata dall'autore per spiegare la pessima immagine della chimica ai giorni nostri. La chimica è priva al suo interno di un sostegno filosofico e storiografico simile a quello goduto da sempre dalla fisica, e in tempi più recenti anche dalla biologia. Così l'aspetto culturale dell'accoppiamento strutturale con la società è venuto a mancare, e l'accoppiamento è stato realizzato quasi esclusivamente dall'industria chimica e dai suoi innumerevoli e pervasivi prodotti. L'immagine della chimica è negativa, perché l'industria chimica e i suoi prodotti sono sul banco degli imputati. Ma è proprio sulla questione ambientale che emerge un punto debole della ricerca di Cerruti, che dedica appena una ventina di pagine alla questione ambientale. Sarebbe che in questo caso abbia prevalso quell'*esprit de corps* che appanna ogni tanto l'*esprit de finesse* degli autori di storie disciplinari.

Nella introduzione metologica al volume viene usata una parola che si vorrebbe fuori moda, *citoyens*, per indicare la 'qualità' del pubblico a cui il libro si rivolge. In ogni società industriale vi sono ampi strati di insegnanti, tecnici della produzione e della comunicazione, operatori scientifici della sanità, dell'amministrazione statale, delle forze armate, del volontariato: "Sono cittadini colti e attivi, che possono essere interessati alla storia e al valore epistemico delle procedure conoscitive della scienza in generale, e della loro stessa professione in particolare. Questi *citoyens* costituiscono un pubblico vasto e qualificato". In realtà in diverse pagine il volume è di lettura non facile, sia per alcuni aspetti intricati delle ricerche chimiche, sia perché sono richiamati nodi importanti della storia della biologia e della fisica – e così improvvisamente ci si trova sotto una pioggia di ulteriori termini tecnici. In conclusione, il libro di Cerruti è un'opera interessante, e agli occhi del lettore apparirà *Bella & Potente* non solo la chimica, ma la scienza nel suo complesso.

**Salvatore Coluccia**

## **‘LE MOLTE FACCE DEL VINO: DA KILLER DEL FEGATO A ELISIR DI GIOVINEZZA?’**

*Analisi chimiche degli antiossidanti e analisi microbiologiche sui vini trentini*

*Questo lavoro ha vinto il Primo Premio della 1ª edizione del Concorso Nazionale “Mario Ripa” per studenti delle scuole medie superiori sul tema: DALLA CHIMICA PER L’INDUSTRIA ALLA CHIMICA PER L’AMBIENTE E LA SALUTE. Il concorso viene bandito dalle Case Editrici Zanichelli e Bovolenta di Bologna.*

Si tratta anzitutto di un ampio volume, prodotto dall’Istituto Tecnico ‘M. Buonarroti’ di Trento e che raccoglie i risultati di una ricerca svolta dalla classe V periti chimici (Specializzazione tecnico ambientale e alimentare), nell’ambito dell’area di progetto prevista dai vigenti programmi scolastici. La ricerca ha un’ampia rilevanza anche all’esterno perché effettuata in collaborazione con una Università, con l’Istituto di Ricerche Agrarie di San Michele sull’Adige e con due importanti cantine trentine di produzione di vini di qualità. Le problematiche relative ai radicali liberi, in particolare quelli all’ossigeno (ROS), sono oggi di grande attualità in quanto queste specie molto reattive sono ritenute responsabili in parte di diverse forme patologiche, come le malattie cardiovascolari, l’artrite reumatoide, la cataratta e certe forme di diabete e di tumori. Il grande pubblico conosce i radicali liberi attraverso la pubblicità sui media che reclamizza le proprietà di alcuni prodotti (integratori vitaminici, creme, perfino acque minerali) che sarebbero in grado di contrastare i segni precoci della vecchiaia. È ormai noto a molti che una alimentazione ricca di frutta e verdura può ridurre i danni provocati dai radicali liberi in

quanto contengono sostanze in grado di “neutralizzarne” gli effetti dannosi. Queste sostanze, genericamente chiamate antiossidanti, non sono soltanto le vitamine (in particolare la C e la E) ma anche e soprattutto i polifenoli, ossia composti che contengono nella loro molecola gruppi ossidrilici (-OH) legati a uno o più “anelli aromatici”. I polifenoli si trovano in moltissimi vegetali e frutti che fanno parte della nostra dieta alimentare, fra i quali l’uva e ovviamente nella bevanda che da essa si ricava, il vino.

Proprio in questa direzione, ma non solo, si colloca l’ampio e documentato lavoro, svolto nell’ambito dell’area di progetto dagli allievi periti chimici dell’I.T.I. “Buonarroti” di Trento e dai loro insegnanti. Il lavoro ben articolato e documentato, oltre a un’ampia parte sperimentale dedicata all’analisi chimica dei principali antiossidanti contenuti in una ventina di vini rossi del Trentino. A tale proposito, un appunto va fatto all’indice del volume che, a pag. 5 riporta la voce: ‘Misura degli antiossidanti totali’. In realtà ciò che i metodi impiegati valutano è l’attività antiossidante dei vini rispetto a una sostanza scelta come standard di riferimento. L’errore comunque non compare nella descrizione delle metodiche e nella presentazione e discussione dei risultati. Attenzione particolare viene posta alle analisi microbiologiche (come il conteggio delle cellule di lievito e di batteri acetici e lattici), e sono discussi in maniera chiara e approfondita diversi altri argomenti legati al vino, alle sue proprietà, al suo uso e ai danni provocati da un suo abuso.

Sicché ad esempio, nella parte dedicata all’uva e alla sua vinificazione, sono descritte e discusse la composizione chimica dell’uva, le tecniche di vinificazione, le fermentazioni, l’uso di stabilizzanti come l’anidride solforosa e la sua sostituzione con sostanze alternative. È presentata la corre-

lazione fra le diverse proprietà chimico-fisiche e microbiologiche e le caratteristiche organolettiche dei vini.

Il lavoro non si limita comunque al vino, esso contiene anche una parte dedicata all’esame degli antiossidanti polifenolici in frutta e verdure.

Naturalmente sono ampiamente descritti i principali radicali liberi dannosi per la salute, gli antiossidanti endogeni ed esogeni che ne contrastano gli effetti e sono fornite dettagliate e scientificamente corrette indicazioni per una sana alimentazione. I problemi sociali e sanitari derivanti dall’abuso di vino e di altre bevande alcoliche sono presentati con chiarezza e corredati da due interviste a due alcolisti.

Il confronto dei vini esaminati in base ai risultati sperimentali delle analisi chimiche e microbiologiche sarà di grande utilità sia per i produttori che per i consumatori. Le tecniche analitiche utilizzate sono tra le più moderne attualmente in uso nei laboratori di ricerca e di controllo.

Il lavoro ha un carattere fortemente interdisci-

plinare oltre che per le ovvie relazioni fra chimica, biologia e microbiologia anche per la collaborazione con i docenti di lettere e lingue straniere nella traduzione di articoli scientifici e divulgativi dall’inglese e dal tedesco.

**Rinaldo Cervellati**

*Gli interessati al volume e al CD possono rivolgersi direttamente al prof. Carmelo Bruno c/o ITI “M. Buonarroti”, via Brigata Acqui, 13 - 38100 Trento o al seguente indirizzo e-mail: [labochiti@virgilio.it](mailto:labochiti@virgilio.it), specificando l’indirizzo al quale deve essere inviato.*

**Il volume ed il CD verranno spediti gratuitamente**