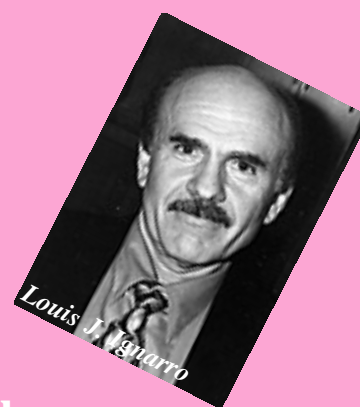


Giornale di Didattica della Società Chimica Italiana

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

# CnS

LA CHIMICA NELLA SCUOLA



I Premi Nobel  
al Congresso  
SCI 2003

SCHERMI  
A  
CRISTALLI LIQUIDI

RIFORMA DELLA SCUOLA  
ALCUNE RIFLESSIONI  
IN ORDINE SPARSO

COMUNICATI DELLA SCI  
E  
DELLA DDC



Società Chimica Italiana

Anno XXV  
Marzo - Aprile 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@unibo.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 Michelon, 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

- Riforma della scuola:  
alcune riflessioni in ordine sparso  
di **Ermanno Niccoli** **37**

### DIVULGAZIONE E AGGIORNAMENTO

- Schermi a cristalli liquidi  
di **David Coates** **39**

Il costruttivismo in didattica: una teoria o un atteggiamento

- The constructivism  
Semantics of the natural languages  
di **Ermanno Niccoli** **43**

### HIGHLIGHTS

- Intervista a J. Dudley Herron  
di **Liberato Cardellini** **48**

### COMUNICAZIONI BREVI

- Le cifre significative: un concetto sottovalutato  
di **Pasquale Fetto** **56**

### LABORATORIO E DINTORNI

- La pila di Volta, la pila "al limone"  
e la...pila "ad acqua"  
di **Roberto Soldà** **58**

## RUBRICHE

- UNO SGUARDO DALLA CATTEDRA** **61**

La riforma e i fichi secchi

- ACHILLE E LA TARTARUGA** **62**

Periodici on line

- DALLA DIVISIONE** **63**

Per gli insegnanti Soci e non

- DALLA SCI** **64**

Nota del Presidente

- LA TRAPPOLA CHIMICA** **64**

Lettere di protesta

- CONVEGNO** **66**

Corso di formazione

- PREMI NOBEL AL COGRESSO SCI 2003** **68**

## Riforma della scuola: alcune riflessioni in ordine sparso

In uno stato moderno la scuola è depositaria della cultura collettiva, è una struttura vitale per lo sviluppo del paese, è il luogo dove i cittadini di domani acquisiscono conoscenze all'altezza dei tempi, sensibilità democratica e senso morale.

In uno stato moderno, a meno di situazioni catastrofiche, la riforma della scuola non può significare la creazione *ex novo* di una struttura ma l'adeguamento della struttura esistente alle nuove esigenze della collettività con interventi continui, mirati e monitorati.

Non si può fare *tabula rasa* dell'esistente, ciò che è stato realizzato in decenni di impegno non può essere privo di significato e di valore e sicuramente è radicato nella coscienza collettiva.

La scuola è in qualche misura adeguata al livello culturale della popolazione e, fermo restando la sua azione di traino e di sostegno, essa dialoga con la popolazione e viene compresa. Paradossalmente se in una nazione si importasse una scuola teoricamente efficientissima ma che non è radicata nella cultura del paese, non avrebbe nessuna possibilità di funzionare; ciò significa che anche le utopie didattiche sono vietate.

Una riforma non può nemmeno compiere salti all'indietro, non sono concesse iniziative all'insegna della nostalgia "per il buon tempo passato" perché la popolazione e le istituzioni nel frattempo sono mutate.

Passiamo ora a parlare della riforma morattiana che sembra sottostare ad una strana filosofia: al di là di alcune dichiarazioni di principio non presenta una visione culturale innovativa, sembra aspirare ad una maggiore quanto generica efficienza e, per ottenere ciò, non si è trovato di meglio che fare retrocedere la scuola di circa quaranta anni salvo alcune modifiche che al limite potrebbero risultare addirittura peggiorative.

Ad esempio non sappiamo a quali conseguenze porterà l'anticipo della scolarizzazione, per il momento offre alle madri lavoratrici maggiori possibilità di lasciare in custodia i figli in età prescolare. La creazione di un Liceo Tecnologico ha il sapore di un recupero, sotto mentite spoglie, degli Istituti

Tecnici e potrebbe mirare semplicemente a risolvere i problemi legati alla gestione del personale scolastico.\*

Non sembra in ogni caso corretto partorire schemi di riforma o addirittura sillabi e progetti didattici senza avere prima sciolto alcuni nodi fondamentali. Bisogna fare un'attenta valutazione del rapporto tra formazione scolastica e formazione extrascolastica: quale è l'incidenza sulla formazione dei giovani dell'*imprinting* familiare, dell'informazione mediatica, pubblicità compresa, della cultura giovanile di gruppo?

La formazione scolastica è spesso specialistica, faticosa spesso poco attraente, la cultura extrascolastica al contrario è globale, avvolgente, inoltre paradossalmente la cultura scolastica promuovendo la conoscenza dei linguaggi finisce per potenziare la comunicazione extrascolastica; non si verifica sempre l'inverso.

L'unico fattore che può controllare questa specie di sinergia competitiva, è la professionalità dei docenti. Un altro aspetto che richiederebbe di essere approfondito prima di progettare schemi di riforma, è il seguente: quale significato ha ipotizzare, distinguere e comparare tra loro una formazione prevalentemente umanistica, una formazione prevalentemente scientifica ed una formazione di tipo tecnologico?

Se non si soggiace, per un malinteso senso della tradizione, alla tentazione di attribuire ai tre tipi di formazione un diverso valore, se evitiamo di privilegiare la formazione umanistica e porre in coda la formazione tecnologica, la distinzione può essere utile. Si può osservare che i tre indirizzi, sempre se correttamente gestiti, devono avere un'ampia matrice comune e tendere a tipi di formazione con differenti coloritura ma culturalmente equivalenti; i tre indirizzi offrirebbero la possibilità di interessanti opzioni in un'età in cui è opportuno che gli studenti comincino a fare delle scelte.

Si tenga comunque presente che la scelta di un indirizzo culturale non ha il potere di ingabbiare le capacità di un individuo: la formazione scientifica

\*In apparenza sono stati proposti otto tipi di licei, ma in realtà con una operazione di *maquillage*, fatta salva qualche aggiunta, sono state ribattezzate buona parte delle scuole preesistenti.

e l'attività tecnologica non hanno impedito a Primo Levi ed a Carlo Emilio Gadda di essere anche eccellenti scrittori.

I diversi esiti, talvolta deludenti, che in passato hanno sortito alcuni tipi di formazione, sono probabilmente legati ad una differente selezione degli insegnanti, alla diversa qualità del contesto ed ai pregiudizi che hanno accompagnato i tre tipi d'insegnamento.

D'altro canto non si può neppure progettare una scuola esclusivamente legata ai contenuti disciplinari o concepita in funzione delle future attività professionali. Bisogna pensare ad una scuola dove oltre tutto s'impara ad imparare, si sperimenta la convivenza civile, si acquisisce spirito di collaborazione e si rafforza la sensibilità morale del singolo.

Concludendo, la corretta realizzazione dei tre indirizzi può essere ottenuta attraverso una formazione *ad hoc* degli insegnanti.

Un altro problema che un progetto di riforma deve porsi in via generale, è quello della scuola professionale.

In tutti i convegni sul rapporto tra scuola e lavoro la parola d'ordine è "flessibilità" e viene ribadito che le competenze lavorative sono soggette a cambiamenti ogni due o tre anni. Di conseguenza molti sostengono che dette competenze si acquisiscono "in ditta"; anche se poi alla ditta farebbe comodo che qualcun altro si sobbarcasse i costi della riconversione.

La scelta precoce tra scuola liceale e scuola professionale può creare delle sacche d'emarginazione culturale e il senso di emarginazione culturale aumenta se si pensa ad una scuola professionale decentrata. Chi ha avuto esperienze sindacali non ha certamente un buon ricordo di certe scuole professionali gestite localmente, con insegnanti di dubbia formazione; il rischio è di mettere in piedi dei banali centri di addestramento.

Il problema del decentramento è un problema a sé stante. Non si esclude la possibilità di avere scuole regionali, caratterizzate da determinati tipi di insegnamento, purché si mantenga una unità culturale di fondo, evitando di affidare alle Regioni la formazione degli insegnanti.

Un ulteriore problema, vera forca caudina per le riforme, è il costo dell'operazione. Ogni riforma comporta modificazioni di strutture, di attrezzature e l'adeguamento dei docenti ai nuovi compiti. Queste operazioni comportano spesso dei costi elevati.

**38** In passato sono stati fatti corsi di formazione destinati a sostenere le riforme (es. per il progetto Broc-

ca) ma si trattava di attività di progettazione che non andavano al cuore del problema: un docente che non è stato preparato a svolgere i nuovi compiti, risolverà i suoi problemi in un solo modo cioè riempirà i nuovi schemi con i vecchi contenuti mentre i vecchi metodi di insegnamento saranno rinverditi. Questa operazione sarà facilitata dall'assenza di ispezioni. Come si può rilevare da queste brevi note il problema della formazione e dell'aggiornamento dei docenti è onnipresente: gli insegnanti devono essere convinti della necessità della riforma, devono saperla interpretare correttamente e devono essere attrezzati professionalmente a gestire il cambiamento.

Per capire l'importanza dell'aggiornamento basta riflettere sul fatto che sarebbe sufficiente l'inadeguatezza dei docenti per vanificare qualunque riforma, mentre un buon livello professionale dei docenti permetterebbe di ottimizzare il funzionamento delle strutture esistenti. Ciò rappresenterebbe in certi casi la migliore delle riforme.

La Ministra sta manifestando un atteggiamento iconoclasta verso tutto ciò che è stato realizzato nella pubblica Istruzione dal 1970 in poi e nel momento in cui progetta la formazione universitaria dei docenti non sembra prendere in considerazione le problematiche emerse all'interno delle SSIS; non sembra porsi il problema di giungere ad una saldatura tra settore disciplinare e settore psicopedagogico, tra didattica generale e insegnamento della disciplina.

Il problema esiste anche dove sono state messe in campo preziose competenze da parte delle associazioni degli insegnanti, Divisione di Didattica della Chimica in prima fila, e dai ricercatori in didattica disciplinare.

A riprova di ciò riporto un episodio significativo. La redazione di CnS aveva pensato da tempo di pubblicare un numero speciale della rivista, dedicato ad una scelta di lezioni tenute nelle varie SSIS. Lo scopo era quello di fare emergere una sorta di sillabo che tendenzialmente configurasse le linee portanti della didattica della chimica.

Con questo intento sono state interpellate in via del tutto preventiva numerose persone esperte che tenevano lezioni nelle SSIS.

Ebbene il risultato è stato assolutamente deludente. Sono giunte due sole risposte di cui una di un componente della redazione. Come si spiega il fatto?

Dobbiamo pensare ad un qualche corso di formazione per formatori? Ma chi formerà i formatori? All'interno dei sindacati il tentativo è stato fatto da qualche tempo con qualche risultato.

## SCHEMI A CRISTALLI LIQUIDI\*

*Negli ultimi 30 anni i cristalli liquidi hanno cessato di essere una curiosità accademica per diventare la base di un'industria degli schermi da 12 miliardi di Euro che va dagli orologi da polso e dalle calcolatrici tascabili ai telefoni mobili e ai PC portatili. Si prevede che fra non molto gli schermi a cristalli liquidi sostituiranno i tubi a raggi catodici dei televisori. Tutto ciò è stato reso possibile dagli sviluppi, avvenuti principalmente in Europa, nel campo dei materiali a cristalli liquidi.*

Nel 1888 il botanico austriaco Friedrich Reinitzer osservò che i cristalli di benzoato di colesterile fondevano a 145,5°C formando un liquido torbido che a 178,5°C si trasformava in un liquido limpido. Reinitzer chiese a Otto Lehmann di studiare più approfonditamente questo fenomeno usando il microscopio polarizzatore di sua recente invenzione. Lehmann confermò i risultati di Reinitzer e insieme i due si resero conto che il liquido torbido rappresentava una nuova fase della materia, intermedia fra gli stati cristallino e liquido. Tale fase è ora chiamata 'fase cristallina liquida'. In seguito altri chimici, in particolare tedeschi e inglesi, scoprirono che molte molecole di forma allungata (a bastoncino) possono presentarsi in fase cristallina liquida. Oggi sappiamo che esistono sette diverse fasi cristalline liquide e diverse fasi analoghe chiamate cristalli molli. La fase formata dal benzoato di colesterile e dai suoi analoghi è chiamata colesterica (anche se più correttamente dovrebbe essere chiamata fase nematica chirale per indicare che essa è la versione chirale della più comune fase liquida cristallina nematica). Dal punto di vista tecnologico la fase più

DAVID COATES \*\*

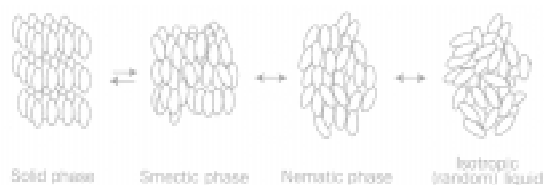
importante è la nematica, che è anche la meno ordinata e la più fluida (Fig.1). Le altre fasi liquide cristalline sono chiamate genericamente fasi smectiche; solo una di queste – la fase smectica chirale C - ha qualche significativa applicazione nel campo degli schermi.

### Primi materiali e schermi

Nei primi anni settanta provocò sensa-

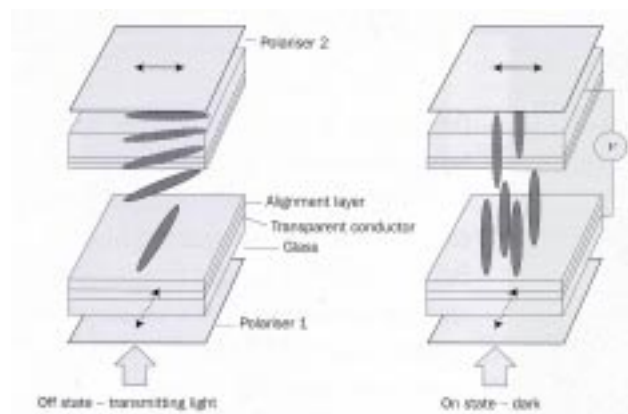
Questa sostanza instabile color giallo pallido poteva essere usata negli schermi a 'scattering dinamico' che da poco [2] erano stati inventati negli Stati Uniti ed erano utilizzati per orologi e calcolatrici. Tuttavia questi schermi avevano caratteristiche insoddisfacenti e furono presto sostituiti da schermi nematici a torsione ('twisted nematic' o TN) con un migliore contrasto visuale [3].

Negli schermi TN un sottile film (5-7 micrometri) di cristallo liquido nematico è schiacciato fra due lastre di vetro che portano elettrodi trasparenti



**Fig.1.** Rappresentazione schematica di molecole anisotrope (a forma di bastoncino) nelle fasi solida (ordine tridimensionale), smectica (ordine bidimensionale), nematica (ordine unidimensionale) e nel liquido isotropo (ordine zero).

Fase solida Fase smectica Fase nematica Liquido isotropo (disordinato)



**Fig.2.** Disegno schematico che mostra il funzionamento di uno schermo nematico a torsione (90°) negli stati OFF (sinistra) e ON (destra).  
 Polariser=Polarizzatore Alignment layer=Strato di allineamento  
 Transparent conductor=Conduttore trasparente Glass=Vetro  
 Off state-transmitting light=Stato OFF-la luce è trasmessa  
 On state-dark= Stato ON-buio

\*Riprodotta con autorizzazione da *Education in Chemistry*, 37 (2000), 153.  
 Traduzione di Paolo Mirone

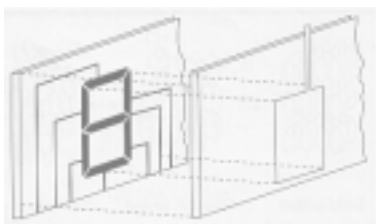
\*\*Il Dr David Coates è *technical development manager* alla CRL, Dawley Road, Hayes, Middlesex UB3 1HH (Regno Unito).

zione la scoperta che l'MBBA (4-metossibenilidene-4'-butilanilina, 1) si comportava da cristallo liquido nematico a temperatura ambiente [1].

e conduttori, opportunamente sagomati, di ossido di indio e stagno (Fig. 2).

Negli schermi più semplici, ad esem-

pio quelli per le cifre di un orologio o di una calcolatrice, una sagoma conduttrice a sette segmenti sta su una lastrina e un elettrodo comune sull'altra (Fig. 3).



**Fig. 3.** Una cifra a sette segmenti su un substrato di vetro e un elettrodo comune sull'altro

Questa è coperta da un sottilissimo film polimerico (0,1 micrometri), la cui superficie è stata trattata strofinandola lungo una ben definita direzione, così che le molecole allungate del cristallo liquido si allineano lungo la direzione di strofinamento. Le lastre di vetro sono poste una sull'altra con le rispettive direzioni di strofinamento a  $90^\circ$  (Fig. 2). Il cristallo liquido nematico posto fra le due lastre subisce una torsione (twist) di  $90^\circ$  - di qui il termine 'twisted nematic'.

Questa struttura può far ruotare e trasmettere luce polarizzata (cioè onde luminose vibranti in un unico piano). La Figura 2 mostra che il polarizzatore 1 crea la luce polarizzata e il polarizzatore 2 lascia passare solo la luce che è stata ruotata di  $90^\circ$  dal cristallo liquido (stato 'OFF'). Applicando una piccola tensione elettrica (1,5 - 3 V) fra l'elettrodo comune e i segmenti selezionati dell'altro elettrodo, il cristallo liquido interposto si dispone con gli assi molecolari maggiori lungo la direzione del campo elettrico. In questo stato il cristallo liquido non ruota la luce e così il polarizzatore 2 assorbe la luce proveniente dal polarizzatore 1 (i piani di polarizzazione non coincidono) e i segmenti ON selezionati appaiono neri (stato ON). Togliendo il campo elettrico si ripristina la originale struttura in torsione e la luce può passare nuovamente.

Nei primi schermi TN il cristallo liquido nematico era una miscela di MBBA e di altri composti simili con un gruppo terminale polare (p. es. ciano) al posto del gruppo metossi ( $\text{CH}_3\text{O}$ -), in modo di assicurare che l'asse maggiore delle molecole si allineasse nella direzione del campo elettrico. Tuttavia l'uso dell' MBBA e composti analoghi

era limitato dalla loro instabilità. C'era un estremo bisogno di cristalli liquidi più stabili.

Verso la fine degli anni 60 George Gray e i suoi colleghi dell'Università di Hull furono incaricati dal Royal Signals and Radar Establishment (RSRE) di trovare cristalli liquidi nematici a basso punto di fusione adatti ad applicazioni militari, con l'obiettivo a lungo termine di sostituire gli ingombranti tubi a raggi catodici con schermi piatti. Il gruppo sintetizzò molti composti senza successo, ma finalmente nel 1972, semplificando la struttura molecolare dell' MBBA, essi sintetizzarono una serie di 4-alcil-4'-cianobifenili che avrebbero rivoluzionato il mondo dei cristalli liquidi [4]. Il primo composto ottenuto fu l'omologo pentilico (2), che per una felice coincidenza era uno degli omologhi a punto di fusione più basso e presentava una fase di cristallo liquido nematico a temperatura ambiente, oltre ad essere più stabile alla luce e al calore dell' MBBA.

Tuttavia le fasi cristalline liquide di questi cianobifenili presi singolarmente non presentavano le caratteristiche richieste per uno schermo utilizzabile. Preparando miscele eutettiche di 4-alcil- e 4-alcossi-cianobifenili, Peter Raynes e i suoi colleghi del RSRE riuscirono a risolvere il problema [5]. Queste miscele presentavano, a più basse temperature, un intervallo di temperatura più ampio entro il quale la fase nematica era stabile. Più tardi altri composti, come gli analoghi 4-alcil-4'-ciano-p-terfenili e una varietà di cristalli liquidi a base di esteri, furono incorporati in queste miscele con lo stesso effetto [6, 7]. Poco dopo i chimici che lavoravano con Ben Sturgeon alla BDH (ora Merck) di Poole cominciarono a produrre queste miscele su scala commerciale e la BDH divenne un importante fornitore mondiale. Questo successo spronò altre ditte a entrare nel mercato, producendo miscele a base per esempio di trans-4-alcil-4'-cianofenil cicloesani (3, E. Merck in Germania) [8] e 4-alcil-4'-ciano-2-fenilpirimidine (4, Hoffman La Roche in Svizzera) [9].

### Come comandare gli schermi a cristalli liquidi

In quegli anni il comando elettrico degli schermi a cristalli liquidi era ancora nella sua infanzia: ogni segmento di una cifra doveva essere azionato direttamente attraverso una traccia conduttrice collegata ad esso. Mentre

è possibile azionare in questo modo un piccolo numero di cifre, lo spazio intorno a uno schermo non è sufficiente per moltissimi contatti e così questo divenne un fattore limitante.

Prendendo lo spunto dal lavoro di P. Alt e P. Pleschko sull'indirizzamento elettrico [10], Peter Raynes e Madalene Bradshaw cominciarono a lavorare sull' 'indirizzamento multiplex', consistente nell'azionare segmenti dello schermo (elementi dell'immagine o pixel) formati dall'intersezione di righe e colonne conduttrici. Per far ciò efficacemente, i ricercatori avevano bisogno di cristalli liquidi con stati 'on' e 'off' separati da un intervallo di tensione molto piccolo, cioè con una curva tensione/trasmissione molto ripida (Fig. 4). Essi riuscirono in una certa misura aggiungendo ai 4-alcil-4'-cianobifenili composti del tipo degli esteri fenilbenzoici non polari (5) [11]. Frattanto altri ricercatori avevano studiato il modo di ottimizzare le caratteristiche visuali degli schermi. Particolarmente importante è stato il lavoro di Colin Gooch e Howard Tarry al RAE di Farnborough, che definirono l'intervallo di cella (spessore del film di cristallo liquido) ideale e le caratteristiche ottiche del cristallo liquido che dessero il massimo contrasto [12]. Queste caratteristiche sono utilizzate in tutti gli schermi a cristalli liquidi moderni.

### Schermi a super-torsione

I consumatori erano allora - primi anni ottanta - molto interessati a questi schermi leggeri e a basso consumo usati negli orologi e nelle calcolatrici, e i produttori erano ansiosi di ampliarne il mercato. Tuttavia, al crescere della complessità degli schermi TN ad azionamento multiplex per far posto a centinaia di linee d'informazione, il contrasto e l'ampiezza degli angoli visuali diminuivano. Diventava necessaria una nuova soluzione che rendesse possibile l'indirizzamento di schermi più complessi.

Parallelamente al lavoro sugli schermi TN, la ricerca escogitava nuove vie per ottenere curve tensione/trasmissione ancora più ripide. Vari gruppi di ricercatori mostrarono che usando un angolo di torsione più alto in uno schermo TN, per esempio aggiungendo come droganti cristalli liquidi chirali, la curva della tensione di soglia diventava estremamente ripida [13, 14]. Nel 1985 apparvero sul mercato schermi nematici a super-torsione (STN), con angoli di torsione di  $240^\circ$  (invece di  $90^\circ$ ), che nel



1987 venivano usati negli schermi per computer portatili.

Usando modellizzazioni al computer, gli scienziati predissero che per ottenere curve di soglia ancora più ripide negli schermi STN occorrevoano cristalli liquidi con rapporti fra le 'costanti elastiche' maggiori di quelli richiesti per gli schermi TN. I ricercatori della Hoffman La Roche trovarono che cristalli liquidi come il (6), aventi una catena terminale n-alchenilica invece che n-alchilica, davano questo risultato [15].

Pur essendo ancora usati in certe fotocopiatrici e in altri strumenti, gli schermi STN sono utilizzati principalmente nei telefoni mobili (nel 1999 ne furono prodotti più di 200 milioni). Qui, come altrove, c'è la tendenza a ridurre il consumo di energia usando miscele a bassa tensione di soglia. Ciò si ottiene spesso aggiungendo composti forte-

mente polari, come (7), a miscele aventi una curva della tensione di soglia intrinsecamente ripida. Notare in (7) l'atomo di fluoro adiacente al gruppo ciano terminale: poiché le molecole dei cristalli liquidi con un gruppo terminale tendono ad allinearsi come dimeri antiparalleli, la polarità complessiva si riduce e quindi è necessaria una tensione più alta per modificare il loro allineamento. Gli atomi di fluoro laterali riducono questa 'dimerizzazione antiparallela', col risultato di una tensione di soglia più bassa.

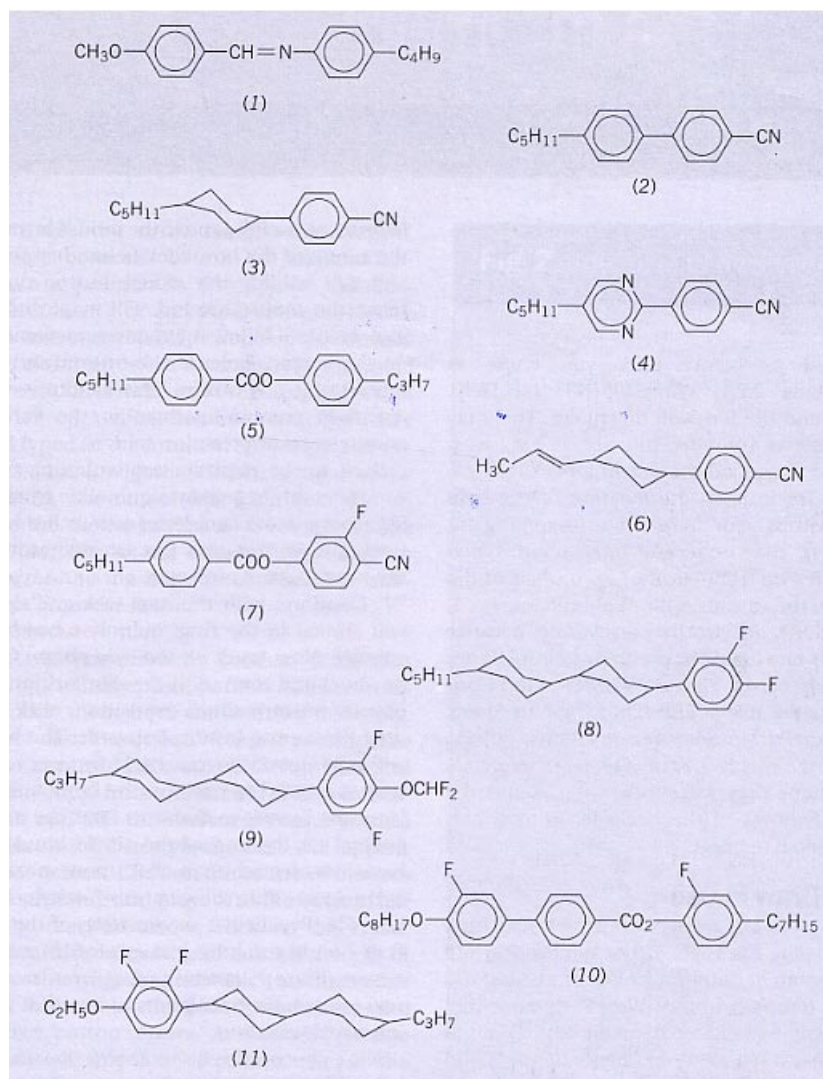
### Schermi a matrice attiva

L'industria degli schermi ha sempre mirato a schermi a cristalli liquidi ad alto contenuto d'informazione e a colori, ma per ottenere ciò è necessario agire su moltissimi pixel. Gli schermi STN stentano ad arrivare a queste prestazioni. Tuttavia negli anni settanta si

scoprì che i cristalli liquidi possono anche essere azionati direttamente da un transistor a strato sottile formato sul substrato di vetro. Nonostante l'alto costo, alcune ditte perfezionarono metodi per incorporare un transistor – prima a CdSe [16] e poi a silicio – ad ogni pixel. Nel 1983 si ebbe notizia dei primi schermi a colori indirizzati mediante matrice attiva e la produzione di massa cominciò alla fine degli anni ottanta. In quegli anni le uniche fornitrici di tali schermi erano ditte giapponesi, ma recentemente il mercato ha cominciato a essere dominato da ditte coreane.

Questi schermi sono del tipo nematico a torsione. Il cristallo liquido presso ogni pixel agisce come un condensatore (accumulando carica elettrica) azionato dal transistor incorporato a ogni pixel. Per ottenere stati ON intermedi (corrispondenti ai vari livelli di grigio) è necessaria una curva della tensione di soglia non troppo ripida (Fig. 4). La carica elettrica dev'essere mantenuta dal cristallo liquido finché esso non è azionato dal successivo ciclo di indirizzamento (tipicamente 1/60 s più tardi). In uno schermo di 14 pollici ci sono circa 1 milione di pixel, un terzo dei quali hanno impresso un colore rosso, un terzo verde e un terzo blu. Così può essere trasmessa o no luce rossa, verde o blu come determinato dal cristallo liquido che agisce come un otturatore per la luce (vedi Fig. 2) proveniente di solito da una sorgente posteriore.

Dopo aver risolto il problema di indirizzare questi dispositivi i ricercatori dovettero assicurarsi che il cristallo liquido funzionasse realmente da condensatore. Nessuno dei cristalli liquidi menzionati finora aveva questa proprietà. Per orientarsi rapidamente in un campo elettrico a bassa tensione le molecole della fase nematica devono possedere dei gruppi terminali polari. I gruppi ciano sono usati spesso per i comuni schermi ma tendono a complessarsi con le impurezze ioniche durante e dopo la fase di produzione così che la resistenza elettrica non è abbastanza alta da impedire la perdita di carica. Inoltre il cristallo liquido dev'essere stabile per lunghi periodi al calore e alla luce, altrimenti si verifica una perdita di resistività, e questo esclude l'uso di molti composti. (la resistività di un cristallo liquido purificato rigorosamente è tipicamente minore di  $10^{11}$  ohm cm, mentre per poter essere usato come condensatore un cristallo liquido deve avere una resistività superiore a



I composti (1-7) sono usati tipicamente per gli schermi TN e STN, quelli (8-11) per gli schermi AMTN e VAN.

$10^{12}$ - $10^{13}$  ohm cm, tanto alta che le tecniche correnti per la misura della resistività dei liquidi sono al loro limite). La preparazione di cristalli liquidi con un gruppo terminale fluorurato, come (8) e (9), ha fornito la soluzione [17]. La presenza preponderante di gruppi cicloesilici trans porta a un minor grado di coniugazione e quindi a un più basso indice di rifrazione, col risultato di un migliore angolo visuale e di migliori proprietà di contrasto.

In generale, tuttavia, nessun composto singolo possiede tutte le proprietà richieste per uno schermo, e così è necessario usare miscele complesse. Queste contengono da 10 a 30 componenti, ciascuno dei quali serve a modificare specifiche proprietà dello schermo come livelli di grigio, tensione di soglia, rapporto di contrasto, angoli visuali, tempi di risposta e intervallo di temperatura. In questo articolo sono stati menzionati solo i composti più significativi al fine di raccontare questa storia, scelti fra più di 300 composti attualmente in produzione e più di 10.000 conosciuti. Tali miscele hanno intervalli di temperatura per l'esistenza della fase liquida cristallina compresi fra  $-40$  e  $+100$  °C e funzionano fra  $-20$  e  $+80$  °C. Esse non sono più il dominio di uno o due inventori, ma rappresentano piuttosto il frutto del lavoro di squadre di chimici e fisici. E' interessante notare che più di metà della produzione mondiale di cristalli liquidi avviene in Europa, mentre più del 90 per cento degli schermi a cristalli liquidi sono fatti in Estremo Oriente.

### Schermi per il futuro

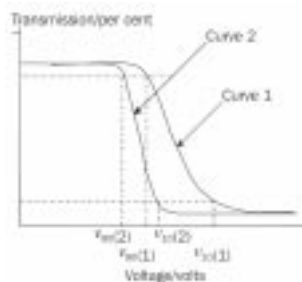
Esistono molti altri dispositivi a cristalli liquidi e altri materiali che promettono di affermarsi sul mercato in un prossimo futuro.

Gli schermi a cristalli liquidi ferroelettrici, per esempio, possono avere tempi di risposta molto brevi (decine di microsecondi invece delle tipiche decine di millisecondi degli schermi TN) e hanno angoli visuali molto ampi. Essi usano una fase smectica chirale invece dell'usuale fase nematica. Per ora sono limitati a poche applicazioni specialistiche che richiedono alte velocità, cioè trattamento di segnali ottici e microschemi. Questi ultimi hanno una

diagonale di un solo pollice ma contengono fino a un milione di piccolissimi pixel comandabili e sono usati in schermi da portare in testa (realtà virtuale) e in alcuni schermi da proiezione. Il composto (10) è tipico dei materiali che formano fasi smectiche (cioè lunghe catene alchiliche o alcossi con sostituenti laterali).

Schermi di grandi dimensioni (30-42 pollici di diagonale) sono già disponibili. In essi si usano cristalli liquidi del tipo a matrice attiva, ma l'indirizzamento è fatto usando plasma contenuto in canali posti dietro lo schermo, perché per superfici così grandi ciò è meno costoso che usare dei transistori. Questi schermi, noti come cristalli liquidi indirizzati a plasma (PALC), potrebbero essere usati in futuro come schermi televisivi a parete.

I personal computer stanno diventando un enorme mercato per gli schermi TN a matrice attiva. Tuttavia si stanno studiando anche altri modi di funzionamento. Particolarmente notevoli sono gli schermi che usano un modo nematico ad allineamento verticale (VAN) in cui le molecole sono inizialmente allineate con i loro assi maggiori perpendicolari alla lastrina di vetro; quando si applica un campo elettrico le molecole si muovono per disporsi parallelamente al vetro. Questo richiede cristalli liquidi con una forte componente del momento di dipolo lungo l'asse molecolare minore. Tali materiali



Transmission/per cent = Trasmissione %  
Voltage/volts = Tensione (volt)

Le tensioni a cui si ottengono trasmissioni rispettivamente del 90% e del 10% sono indicate con V90 e V10. Notare la diversa pendenza delle due curve.

**Fig. 4.** Diagramma schematico della trasmissione in funzione della tensione per due miscele di cristalli liquidi

sono prodotti quasi esclusivamente in Europa, principalmente da Merck; il composto (11) è un tipico esempio [18]. Stiamo entrando in un'epoca in cui gli schermi a cristalli liquidi, che cominceranno a sostituire certi tipi di tubi a raggi catodici, dovranno essere ottimizzati in modo da richiedere tensioni ancora più basse e tempi di risposta ancora più rapidi. La qualità del colore sarà importante. Le applicazioni portatili richiederanno tipi di schermi a cristalli liquidi a più basso consumo di energia, che per esempio potrebbero essere schermi riflettenti a colori, per ottimizzare i quali occorreranno composti nuovi. Più avanti le applicazioni multimediali (TV combinata, PC, giornali, libri, shopping) richiederanno schermi a basso consumo e ad alta densità ancora più complessi.

### Bibliografia

- [1] H. Kelker and B. Scheurle, *J. Phys. (Paris)*, Colloq., 1969, **C4**, 104.
- [2] G. H. Heilmeyer, L. H. Zanon and L. H. Barton, *App. Phys. Lett.*, 1968, **13**, 46.
- [3] M. Schadt and W. Helfrich, *App. Phys. Lett.*, 1971, **18**, 127.
- [4] G. W. Gray, K. J. Harrison and J. A. Nash, *Electron. Lett.*, 1973, **9**, 118.
- [5] A. Ashford, J. Constant and E. P. Raynes, *Electron. Lett.*, 1973, **9**, 118.
- [6] D. Coates and G. W. Gray, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1976, **37**, 249.
- [7] D. Coates, G. W. Gray and D. G. McDonnell, US patent 4 113647, 1978.
- [8] R. Eidenschink et al, *Angew. Chem.*, 1977, **89**, 103.
- [9] A. Boller et al, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1977, **42**, 1225.
- [10] P. Alt and P. Pleschko, *IEEE, Trans. Electron. Devices*, 1974, **21**, 146.
- [11] M. Bradshaw and E. P. Raynes, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1983, **99**, 107.
- [12] C. Gooch and H. Tarry, *Electron. Lett.*, 1974, **10**, 2.
- [13] C. M. Waters, E. P. Raynes and V. Brimmell, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1985, **123**, 303.
- [14] T. J. Scheffer et al, *SID Digest Tech. papers*, 1985, 120.
- [15] S. M. Kelly, *Helv. Chim. Acta.*, 1984, **67**, 1572.
- [16] T. P. Brody et al, *SID Digest Tech. papers*, 1974, 166.
- [17] K. Tarumi et al, *SID Asia Display, 1995*, 1.
- [18] M. Bremer et al, Presented at AMLCD, 1995, 105.



# IL COSTRUTTIVISMO IN DIDATTICA: UNA TEORIA O UN ATTEGGIAMENTO?

## Riassunto

*Il postulato fondamentale del costruttivismo in ambito didattico stabilisce che la conoscenza non può passare intatta dal docente al discente, problema questo comune a tutte le forme della comunicazione umana. Il costruttivismo sembra quindi offrire una nuova visione dell'apprendimento e dell'insegnamento e raggruppa le più importanti teorie sullo sviluppo cognitivo e sull'apprendimento del secolo scorso. Esistono differenti definizioni del costruttivismo didattico che tengono conto dell'influenza dei fattori sociali e del linguaggio. Il costruttivismo sembra non considerare gli aspetti affettivi dell'apprendimento.*

## Abstract

*The basic postulate of constructivism within science educations states that the knowledge cannot be transmitted unchanged from teacher to learner, which is a problem common to every form of human communication. Constructivism offers perhaps a new outlook of teaching and learning process and collects the most significant theories on cognitive development of the last century. Several definitions of didactic constructivism do exist which take into account social factors and languages. However constructivism does not seem to consider the affective aspects of learning.*

## 1. Premessa

Nella scuola italiana, se si prescinde dagli insegnanti poco professionalizzati che svolgono il loro lavoro in maniera piuttosto artigianale, si possono individuare due tipi di docenti, ambedue validi.

Ci sono docenti, pochi per la verità, che avvertono la necessità di operare entro un quadro teorico di riferimento. Essi hanno preso coscienza che l'insegnamento rappresenta soprattutto uno sti-

---

ERMANNICO NICCOLI\*

---

molo e un supporto all'apprendimento, conoscono le varie teorie sulla ricerca scientifica, sullo sviluppo cognitivo e sugli aspetti psicologici dell'insegnamento ma faticano a tradurre il tutto in prassi didattica.

Ci sono docenti, molto più numerosi dei primi, che operano come se i loro alunni fossero degli ascoltatori più o meno ben disposti, non sempre e non totalmente passivi. Essi non sono professionalmente ingenui, si rendono quindi conto di essere condizionati dalle conoscenze già presenti nella mente dei discenti, dalla reticenza di questi ad accettare le sollecitazioni che vengono loro rivolte e da altri fattori. Essi tuttavia non affrontano il problema da un punto di vista teorico e preferiscono affidarsi ad una consolidata tradizione. In questo contesto le sperimentazioni, che sono in definitiva modesti momenti di ricerca, si sviluppano con supporti teorici più formali che sostanziali, la qual cosa apre la strada al pernicioso fenomeno delle mode didattiche.

Nella prima metà degli anni ottanta coloro che si occupavano di didattica hanno preso coscienza che la trasmissione del sapere sottostava a determinati condizionamenti e hanno adottato il punto di vista del **costruttivismo**, adattandolo in una nuova formulazione alle esigenze della didattica.

Resnick (1), von Glasersfeld (2), Bodner [3] e altri ricercatori hanno dato varie definizioni di quello che per comodità chiameremo costruttivismo didattico (C.D.); a seguito di ciò c'è stato un certo risveglio di interesse negli ambienti scolastici.

La scuola italiana nel suo insieme segna su questo tema un grave ritardo e continua ad ignorare i suggerimenti del C.D., mentre gli psicologi e i pedagogisti considerano i suggerimenti del costruttivismo acquisiti e sotto certi aspetti superati, essi guardano oltre:

non a caso una rassegna di Osborne che risale al 1996 [4] reca il titolo "*Beyond Constructivism*" e un simposio online che si trova sul sito del *Journal of Chemical Education* del 2001, si intitola "*Piaget, Constructivism, and Beyond*" [5].

Lo scopo di questo scritto è quello di riassumere brevemente questo argomento con particolare attenzione al rapporto tra costruttivismo e prassi didattica oltre all'insegnamento scientifico.

Si vorrebbe in questo modo allargare la discussione sul C.D. al maggior numero possibile di insegnanti; il terreno di semina sembrerebbe essere pronto, considerato che un numero significativo di docenti, pur praticando l'insegnamento tradizionale, hanno a lungo lavorato ad esempio sul tema delle preconoscenze ed hanno preso coscienza dei molti problemi che ne discendono.

Il contenuto di questo articolo ha carattere orientativo e non pretende di essere esauriente: il pensiero in campo psicologico e pedagogico è prevalentemente di tipo divergente, si muove sul piano descrittivo ed interpretativo piuttosto che sotto controllo sperimentale, di conseguenza si osserva una dilatazione ed una stratificazione del materiale bibliografico sconosciute nelle discipline scientifiche. Come è stato scritto su questa rivista, se sugli argomenti a carattere psicologico, pedagogico o didattico si intendesse esaurire tutta la bibliografia prima di iniziare a scrivere un articolo, questo non verrebbe mai scritto.

Come vedremo, il C.D. punta direttamente al problema della comunicazione in classe cioè al cuore del rapporto tra docente e discente, ma gli articoli sul costruttivismo in generale spesso si allargano ad argomenti connessi: accanto ad argomentazioni squisitamente didattiche troviamo ad esempio considerazioni a carattere filosofico, epistemologico e pedagogico generale [4].

In un ambito costruttivista si muovono cognitivisti come Piaget, Vygotskij e Bruner [6] ed altri; vengono recuperate, come possibili teorie costruttiviste, par-

\* e-mail: [e.niccoli@tiscali.it](mailto:e.niccoli@tiscali.it)

ti di discipline affini quale la “Teoria della personalità” di Kelley [7].

## 2. Il costruttivismo nelle sue differenti versioni

Piaget è indubbiamente uno dei fondatori del costruttivismo, che egli chiama “costruttivismo psicogenetico” e le sue teorie si caratterizzano addirittura per una molteplicità di aspetti costruttivistici.

L’ipotesi, da lui formulata nel 1970, stabilisce che **nessuna conoscenza umana, salvo si intende le poche strutture ereditarie elementari, è preformata ma viene “costruita” dal soggetto** sia che si tratti di strutture riguardanti il soggetto stesso (strutture operatorie) sia che si tratti di strutture riguardanti l’oggetto del conoscere (modelli e rappresentazioni) [8].

Ma vediamo le parole che usano Bocchi e Ceruti nel loro volume “Disordine e costruzione” [9]:

– Piaget ha sempre qualificato la sua concezione epistemologica con l’attributo “costruttivista” e l’ha intesa, nel modo più generale come la ricerca di una terza via...tra le posizioni dell’innatismo e dell’empirismo che hanno a lungo dominato il dibattito scientifico ed epistemologico...–

Come vedremo in seguito tutte le maggiori teorie sull’apprendimento e sul contestuale sviluppo cognitivo sono implicitamente o esplicitamente costruttiviste, non fosse altro che per il fatto di operare fuori dall’alveo sia dell’innatismo che dell’empirismo.

In ambito didattico il costruttivismo assume una pregnanza di significati particolare in quanto “fare didattica” significa guidare, sostenere e alimentare il processo di costruzione della conoscenza.

Come osservano Bodner, Klobuchar e Geelan [10], in tutte le sue definizioni si basa sull’asserzione **che la conoscenza non passa invariata dal docente al discente ma viene ricostruita nella propria mente dal discente stesso** (qualcuno indugia a specificare che la conoscenza “raramente” passa invariata dalla mente del docente a quella del discente), un vero e proprio corollario alla definizione di costruttivismo dal quale cercheremo di trarre alcune deduzioni di interesse didattico.

Questa affermazione vuole tagliare alla radice ogni illusione su di una meccanica trasmissione della conoscenza.

**44** Di fatto le teorie tradizionali sull’apprendimento si basano sull’assunto che la nostra mente contenga immagini le

quali rappresentano in qualche modo la realtà, di conseguenza la conoscenza può essere valutata in termini di vero o di falso e sarà vera se corrisponderà ad una copia fedele della realtà.

Le lezioni del docente e le esercitazioni di laboratorio ed ogni altra metodologia didattica hanno appunto il compito di trasferire la conoscenza dal docente al discente e gli esami consistono nel verificare se quanto appreso dal discente corrisponda a ciò che ha esposto il docente.

Da un punto di vista costruttivista viceversa la conoscenza viene recuperata ad opera del discente, con un continuo processo di costruzione e controllo. Naturalmente lo studente non è libero di costruire una conoscenza qualsiasi, questa conoscenza infatti deve “essere fruibile” ossia, come suggeriscono i vari autori, deve “funzionare”.

E. von Glasersfeld [2] afferma che la conoscenza deve adattarsi alla realtà così come una chiave si adatta alla serratura, tenendo però presente che chiavi diverse possono aprire la stessa serratura. Questo è in accordo con quanto è stato affermato circa le caratteristiche dei modelli usati per rappresentare la realtà [11]: la rappresentazione dei modelli è sempre parziale per cui uno stesso sistema può essere rappresentato da più modelli.

Bodner, Klobuchar e Geelan nella loro carellata sul C.D. [10] mostrano come sotto questa etichetta si trovino definizioni in parte diverse.

Il principio per cui la conoscenza viene costruita dal discente, rientra nella visione sostenuta fino dal 1986 da Bodner stesso [3] e prende il nome di **costruttivismo personale**. Questa teoria direttamente ispirata alla psicologia di Piaget si fonda, come noto, sul meccanismo dell’assimilazione e dell’accomodamento.

Una corrente di pensiero più radicale, detta appunto del **costruttivismo radicale**, che fa capo a von Glasersfeld [12], afferma che **la conoscenza non passa mai intatta dalla mente del docente a quella del discente** e sottolinea che scopo della conoscenza da parte del discente è quello di organizzare le proprie esperienze sul mondo e di assegnare loro dei significati.

Vengono poi elencate altre definizioni che prendono in considerazione ad esempio l’influenza positiva o negativa che la società esercita nella costruzione della conoscenza. In prima grossolana approssimazione, si può pensare che queste si pongano rispetto alla

definizione di base come la teoria di Vigotskij si pone rispetto a quella di Piaget.

Tra le teorie suddette abbiamo il **costruttivismo sociale** introdotto da Joan Solomon [13], il quale accetta l’idea che la conoscenza sia costruita dall’individuo, ma pensa che la teoria debba inglobare l’influenza che il ruolo sociale ha sull’individuo stesso.

Una variante critica del costruttivismo sociale è data dal **costruttivismo critico** di Taylor: questa teoria combina il costruttivismo sociale con un modello teorico che spiega in quale modo il processo di insegnamento ed apprendimento siano socialmente organizzati; Taylor esamina le difficoltà che si devono superare per predisporre un contesto costruttivista in classe.

Il **costruttivismo contestuale** di Cobern infine considera come centrali l’influenza del contesto culturale circa la visione del mondo e lo sviluppo delle idee.

Ci sono poi voci dissonanti come quella di Gergen che si discosta con la sua teoria dal costruttivismo classico, rifiuta le ipotesi di partenza del costruttivismo, sostiene che la conoscenza di cui è portatore ogni individuo, è esclusivamente una costruzione sociale; egli focalizza la sua attenzione sulla funzione del linguaggio e usa per indicare la sua definizione i termini **costruzionismo sociale**.

## 3. Qualche nota epistemologica

Quando si prende in considerazione una teoria con l’intento di utilizzarla in ambito didattico è buona norma prendere in esame prima gli aspetti epistemologici e quindi quelli pedagogici in quanto i primi hanno una valenza normativa ed i secondi soprattutto una valenza metodologica.

L’epistemologia costruttivista è inevitabilmente ristretta ma se ne possono trarre suggerimenti per un corretto atteggiamento mentale sia del ricercatore che del docente.

Osborne nella sua rassegna [4] prova a distillare una serie di osservazioni a carattere epistemologico.

A partire dalle due posizioni più nettamente definite che sono quelle relative al costruttivismo radicale ed al costruttivismo sociale, si afferma che la conoscenza non consiste in una pura e semplice rappresentazione della realtà, la conoscenza esiste solamente nella mente di chi la “costruisce” e quindi non possiamo concepire una conoscenza senza un conoscente.

Le teorie non sono entità che popolano

il mondo ma invenzioni che si sovrappongono al mondo dei fenomeni e gli oggetti della scienza non sono in un certo senso fenomeni della natura ma costrutti avanzati dalla comunità scientifica per poter interpretare i fenomeni della natura.

Il costruttivismo non ha la capacità di predire se una certa teoria sarà “vera”, ma dobbiamo verificare se la teoria è in accordo con l’esperienza., se è attuabile e comunque se può essere verificata da parte del singolo e della collettività.

Si tratta di vedere se “funziona”, ad esempio se ha il potere di predire ulteriori fenomeni così come contemplato nelle procedure della ricerca. Da questo punto di vista la posizione costruttivista è essenzialmente strumentale.

#### 4. Le teorie cognitive di tipo costruttivista

Anche senza ricorrere al ripescaggio di Giambattista Vico, come fa in modo quasi provocatorio von Glasersfeld, è senz’altro utile rileggere in chiave costruttivista psicologi come Piaget, Vygotskij e Bruner.

Di Piaget è già stato detto: Bodner [3] ad esempio riconosce il ruolo che le teorie piagetiane giocano nel contesto costruttivista, non a caso indica il sopraccitato costruttivismo personale anche con il nome di **costruttivismo piagetiano**.

Questo è un orientamento costante della scuola americana infatti in *Online Symposium* [5], mentre si tratta del C.D. richiami alle teorie cognitive sono frequenti.

In una recente pubblicazione italiana [6] si guarda a Piaget, Vygotskij e Bruner come ai tre pilastri fondamentali del costruttivismo, essi sono infatti i maggiori protagonisti della psicologia del nostro secolo. Essi sono stati esaminati a confronto in un contesto ben più ampio del presente articolo e naturalmente potendo disporre di competenze di cui l’autore non dispone.

Piaget indaga le strategie che il soggetto mette in atto per erigere la costruzione delle sue conoscenze e l’autonomia del soggetto in Piaget è scontata. La Nurrenbern [14] suggerisce di leggere le varie fasi dello sviluppo con una certa elasticità, specialmente per quanto riguarda le età corrispondenti ai vari stadi, ma assieme a Bodner rimarca l’importanza delle **strutture** e delle **funzioni cognitive**, postulate da Piaget e del processo di **equilibrazione**, che

nella costruzione della conoscenza e nella maturazione della mente si realizza attraverso l’**assimilazione** e l’**accomodamento**.

Tutto ciò ha un grande interesse per gli insegnanti in quanto, mentre descrive i meccanismi di apprendimento, Piaget presuppone certe modalità di intervento le quali potrebbero suggerire vere e proprie strategie didattiche.

Vygotskij pur senza mettere in discussione l’autonomia del discente, sostiene la relatività culturale dell’uomo e la **genesi sociale** della cultura attraverso lo strumento fondamentale del **linguaggio**.

Piaget e Vygotskij sono diversi per molti aspetti: Piaget riconosce il ruolo fondamentale delle operazioni di tipo logico nell’attività mentale del soggetto che costruisce la sua conoscenza; Vygotskij attribuisce il potere intellettuale dell’individuo alla sua capacità di appropriarsi della cultura e della storia dell’uomo, il potere intellettuale viene affinato dall’impiego di quegli strumenti concettuali che la società gli offre. In ambedue i casi non viene meno il concetto che la conoscenza è una costruzione dell’individuo.

Bruner, il maggior psicologo cognitivo vivente, in un certo senso si è formato sugli studi di Piaget e Vygotskij e, a parte alcune ipotesi fatte nel periodo “piagetiano” della sua ricerca [15], ha elaborato la sua attuale **teoria della mente** [6, 16] la quale prevede che il soggetto in evolva attraverso un intreccio tra azione e coscienza e, così facendo, acquisisca gradualmente la comprensione della mente propria ed altrui. Bruner sostiene che esistono due modi di conoscere, uno di tipo **sintagmatico** (narrativo e interpretativo) ed un altro di tipo **paradigmatico** (logico-scientifico), in questo modo egli tenta di unificare le teorie di Piaget e Vygotskij. Anch’egli si colloca consapevolmente in un’ottica costruttivista. Un cenno particolare meritano le teorie di Ausubel [17].

Queste teorie sono importanti da un punto di vista didattico in quanto analizzano da vicino le modalità di assimilazione dei concetti.

Il dato conoscitivo in un primo stadio può pervenire al discente in due modi cioè attraverso la pura e semplice **ricezione** e attraverso la **scoperta**. In ambedue i casi il dato può essere inglobato in modo **meccanico**, che corrisponde ad una semplice memorizzazione, o in modo **significativo**, dove il dato viene inglobato e posto in relazione alle

conoscenze precedenti (modalità tipicamente costruttivista). Così facendo il soggetto prende coscienza del proprio apprendimento (metaconoscenza) e questo atto di consapevolezza concorre alla definizione di una teoria della mente come previsto da Bruner.

L’autore prevede tra ricezione e scoperta una continuità di passaggi per cui, anche se a prima vista sembra che la ricezione meccanica contraddica i principi del costruttivismo, in realtà si può pensare ad una “conoscenza parcheggiata” in attesa di venire assimilata in modo significativo.

Ogni dubbio sulla natura costruttivista della teoria di Ausubel cade leggendo l’epigrafe che si trova in apertura del suo libro [17] – Se dovessi condensare in un unico principio l’intera psicologia dell’educazione direi che il singolo fattore, più importante che influenza l’apprendimento, sono le conoscenze che lo studente già possiede....–.

Parlando di costruttivismo non si può ovviamente trascurare la metafora implicita nella parola stessa che allude alla struttura cognitiva come ad una costruzione di concetti tenuti insieme dalle connessioni logiche a formare la struttura mentale.

In questo senso esplicitamente costruttivista può essere considerato Novak [18], allievo di Ausubel; il quale con le sue **mappe concettuali** in definitiva, senza pretese di rappresentare la complessità della mente, fornisce una rappresentazione della metafora della costruzione intellettuale.

Tuttavia la connotazione più esplicitamente costruttivista di Novak risiede ancora in un altro aspetto.

Il discente deve costruire la propria conoscenza a partire dalla lettura e dalla interpretazione di materiali che gli vengono offerti (modelli, rappresentazioni), è evidente che l’apprendimento fondamentale e primario consiste nell’imparare a “costruire”.

A questo, oltre che a raggiungere una forma di metaconoscenza, tende la metodologia delle mappe concettuali, come denuncia esplicitamente il titolo dell’opera di Novak “Imparando ad imparare”.

Un cenno infine merita la **teoria della personalità** e dei **costrutti** avanzata da Kelley [7] nel 1955 e sostenuta con grande enfasi da Bodner [10].

Kelley è un psicologo clinico che sviluppa una sua teoria sul ruolo che ha un individuo nella costruzione della conoscenza e quindi sul modo con cui si pone in rapporto con il mondo.

Egli infatti sottolinea come le persone agiscono nella vita di tutti i giorni in modo del tutto simile a quello dello scienziato che fa ricerca: esplora la realtà, prevede dei fenomeni e quindi controlla l'efficacia della sua previsione. Kelley sostiene esplicitamente che il mondo dei fenomeni e il mondo delle idee fanno parte della stessa realtà, e con ciò si pone rispetto al costruttivismo in una posizione epistemologicamente sfalsata.

Egli afferma che guardiamo al mondo attraverso dei "modelli trasparenti" che egli chiama **costrutti**, che ognuno guarda al mondo secondo costrutti personali, e che questi tendono ad organizzarsi in gruppi.

L'intero processo consiste nel usare e revisionare i costrutti in un incessante processo di edificazione del sapere.

Kelley dà maggiore rilevanza agli aspetti emotivi e considera, ad esempio, non solo le difficoltà create dai misconcetti preesistenti ma anche la riluttanza che a volte gli individui manifestano a rivedere la propria visione delle cose. Queste osservazioni rivestono un evidente interesse didattico.

### 5. Costruttivismo nella didattica.

Con buona pace delle mode, sembra che guardare al C.D. come ad una vera teoria sia per certi versi eccessivo ma è indubbio che rivesta un certa importanza, specialmente nella didattica, per alcuni non trascurabili motivi ai quali in parte si è già accennato:

- “ il C.D. consiste in poche asserzioni dalle quali discendono conseguenze didattiche importanti, che rendono ragione della complessità dei processi di apprendimento;

- “ le principali teorie relative alle scienze cognitive hanno carattere costruttivista;

- “ sembra di poter dire che i fondamenti dai quali scaturisce il C.D. non siano specifici della didattica ma rientrino in un ben più ampio ambito di problemi riguardanti la comunicazione umana e la formazione della cultura;

- “ in didattica ignorare il C.D. significherebbe lasciare che tutto proceda in modo usuale e rassegnarsi a metodi di insegnamento empirici, senza consapevolezza alcuna di ciò che si sta facendo;

- “ analogamente a quanto avviene con le ipotesi scientifiche, la verifica dell'apprendimento da un punto di vista costruttivista ci dirà se funziona o meno ossia se è applicabile alla soluzioni di problemi.

- “ una conseguenza del C.D. è che la conoscenza, essendo frutto di una attività costruttiva, non può essere trasmessa ad un discente passivo.

L'insegnamento tradizionale richiama per certi versi la figura del docente medioevale che paludato, a significare la Conoscenza, dall'alto della Cattedra, quasi un pulpito che gli conferisce Autorità ma nel contempo lo tiene al riparo dai turbolenti studenti, somministra loro pillole di sapienza. Quindi un docente psicologicamente distaccato dai suoi discenti.

Ciò non vuol dire che la didattica medioevale non funzionasse ma semplicemente che era una operazione condotta senza consapevolezza e probabilmente con basso rendimento, esattamente come per l'insegnamento tradizionale.

Il C.D. ha viceversa il pregio di sottolineare l'autonomia funzionale del discente, che troverà il suo punto di massimo arrivo nella presa di coscienza dei propri processi (metacognizione), e costringe il docente a riflettere su di una serie di questioni riguardanti il relativismo della comunicazione didattica [4] e la rappresentazione mentale dei concetti [12].

Da un punto di vista pratico il costruttivismo cerca di rispondere ad una questione posta da Herron (19), quando afferma che insegnamento e apprendimento non sono sinonimi e che un docente può insegnare nel migliore dei modi senza che si verifichi alcun apprendimento.

Rosalind Driver (20) identifica l'insegnante che ha adottato la dottrina costruttivista, dai seguenti comportamenti:

- \* esamina le parole utilizzate dagli studenti per accertarsi che le stesse parole vengano usate per descrivere gli stessi fenomeni;

- \* insiste perché gli studenti non usino parole e rappresentazioni senza spiegarle;

- \* incoraggia gli studenti a riflettere sulle risposte date come parte essenziale dell'apprendimento.

Quindi l'effetto più vistoso del C.D. è di capovolgere l'atteggiamento del docente e nel contempo di valorizzarne la funzione: la docenza non consiste più in una meccanica recitazione di concetti che spesso degenera in un frustrante soliloquio, ma in una operazione consapevole e complessa dove il dialogo e gli stimoli intellettuali mirati si alternano all'ascolto.

Il costruttivismo è nato come contesto

psicologico delle più importanti teorie cognitive per essere poi mediato ad uso della didattica e della comunicazione in genere: nella forma del C.D. guarda alla qualità dell'insegnamento con tutti i problemi connessi, di conseguenza sono più significative le considerazioni di natura pedagogica [4] che non quelle di natura epistemologica.

In questo senso il C.D. ha delle forti implicazioni psicologiche per cui è utile rileggerlo alla luce delle teorie sullo sviluppo cognitivo, queste teorie infatti gettano una grande luce su ciò che si cela dietro l'etichetta costruttivista.

Una contraddizione che mi sembra di poter cogliere nella formulazione del C.D., è che vengono considerate soprattutto le problematiche relative alla trasmissione dell'informazione dal docente al discente e non viceversa.

Questo contraddice l'intento di riscattare il discente da un atteggiamento puramente ricettivo, lascia in ombra il fatto che il processo è sempre bidirezionale e che la comunicazione è una sorta di equilibratura tra i due interlocutori, in modo che l'uno capisca la mente dell'altro.

Ciò che realmente passa dal docente al discente in termini di meccanismi neuronali della comunicazione è tutt'altro che chiarito e soprattutto per i nostri scopi è di scarso interesse; sappiamo che la comunicazione avviene, sappiamo che il linguaggio (nelle sue varie forme) è un tramite potente.

Per ciò che possiamo percepire esiste tra i due interlocutori un salto di continuità; ciò rende la comunicazione non sempre prevedibile e per certi versi misteriosamente complessa; si intuisce che questa discontinuità viene "bypassata" dal linguaggio o meglio dal fatto di possedere un linguaggio che è comune ma che ognuno usa in modo personale. La comunicazione comunque ha luogo e, seppure con alcuni limiti, si traduce in apprendimento.

Volendo ricorrere a delle metafore si può dire che a somiglianza del linguaggio informatico il pensiero di ogni persona ha un suo "formato" e che la comunicazione nei due sensi deve passare attraverso dei "traduttori" ma che la traduzione modifica in parte i "file" della comunicazione.

Come si generano questi traduttori che permettono di comunicare? Quali sono le condizioni per operare nel miglior modo possibile? A questi interrogativi si può tentare di dare una risposta attraverso la sperimentazione didattica e con l'aiuto delle teorie cognitive.



## 6. L'ambito affettivo è centrale nella didattica

Un suggerimento ci può venire dalla teoria della psicologia culturale di Bruner [6]: per comunicare in ambito didattico è necessario che docente e discente capiscano l'uno la mente dell'altro, ma capire in questo caso non significa sapere spiegare in termini logici bensì, come suggerisce Bruner, **interpretare**. D'altro canto ormai sappiamo che l'interpretazione sostituisce la spiegazione di tipo scientifico ogniqualvolta ci si trova davanti a processi particolarmente complessi, sperimentalmente non dominabili.

Lo schema che meglio spiega come avviene la comunicazione didattica è secondo Bruner il medesimo che viene invocato per qualsiasi apprendimento assistito da un adulto, si veda a questo proposito il rapporto tra madre e neonato.

Nel caso dell'apprendimento scolastico l'attività è preceduta da una **contrattazione** degli obiettivi tesa a creare una prima sintonia d'intenti, dopo di che si genera una **condivisione dell'attenzione**, ossia il docente ed il discente stabiliscono una sorta di referenza congiunta nei confronti della medesima realtà.

In questa situazione docente e discente, forti del linguaggio comune e della comune condivisione dell'attenzione, anticipano le reciproche intenzioni ed ambedue sono fortemente motivati a creare dei nuovi significati per interpretare la realtà.

Volendo forzare la similitudine informatica possiamo azzardarci a dire che l'analisi del comune referente, oggetto di studio e soprattutto la comprensione delle rispettive intenzioni, funge da traduttore tra il formato-docente ed il formato-discente.

Questa operazione è **profondamente coinvolgente, plasma la personalità del discente e modifica in qualche misura quella del docente**, quindi questa è una operazione che avrà forti ripercussioni sul piano emotivo ed affettivo. Come tutti sappiamo, la componente affettiva è il motore di ogni azione umana.

Lo stesso Bloom quando formulò le sue tassonomie, sentì il bisogno di distinguere il dominio affettivo da quello cognitivo [21].

Se ne conclude che nel caso del C.D. si hanno ineludibilmente delle implicazioni non solo epistemologiche e didattiche ma anche psicologiche e quindi affettive.

Tutto ciò induce il docente ad affinare la professionalità nel rispetto dell'autonomia dello studente, a ricercare sintonia d'intenti ed anche a gestire nel miglior modo possibile **l'emozione della scoperta e dell'invenzione**.

Viceversa ciò che colpisce in tutte le discussioni sul costruttivismo, ma non solo, è appunto la scarsa attenzione che viene data agli aspetti affettivi ed emotivi.

Non esiste scoperta senza emozione e lo stesso desiderio di scoprire, che predispone favorevolmente la mente, è un sentimento forte; al contrario l'indifferenza è un sentimento negativo che fa regredire la comprensione. La consapevolezza del proprio sapere cioè la metacoscienza è innanzi tutto un sentimento appagante che spinge a ricercare ancora.

L'insegnante avveduto sa che ogni apprendimento è nello stesso tempo invenzione e scoperta ed ha alla sua radice uno stato d'animo se non altro di curiosità che deve essere attivato, quindi egli parlando di costruttivismo prende atto dell'autonomia mentale dello studente, sa che è inutile gestire raffinate metodologie se nel contempo non si gestisce la fase emotiva del processo. Questa contribuisce potentemente a creare una specie di *continuum* tra lui e lo studente.

È mia convinzione che in assenza di una corretta gestione degli aspetti affettivi ci troveremo ad operare con un C.D. zoppo.

Come riportato in epigrafe in una pubblicazione del MIUR [22], questo aspetto era stato colto appieno da Erasmo da Rotterdam che nei suoi "Colloqui" affermava essere "...il reciproco amore tra chi apprende e chi insegna è il primo e più importante gradino verso la conoscenza...". I costruttivisti direbbero "il primo e più importante componente nella costruzione della conoscenza".

Naturalmente il rapporto affettivo non può mai trascendere nel plagio che tradirebbe il tacito patto stipulato. Il problema era ben noto sino dall'antichità se dobbiamo prestare fede alle parole che Marguerite Yourcenar [23] mette in bocca all'imperatore Adriano:

"...Pur tuttavia ho voluto bene ad alcuni miei maestri, mi sono stati cari quei rapporti stranamente intimi, stranamente evasivi che si stabiliscono tra insegnante e alunno, e le Sirene che cantano in fondo a una voce chioccia quando rivela per la prima volta un capolavoro o vi parla di una idea nuova;

il più grande seduttore in fin dei conti non è Alcibiade, è Socrate...."

## Bibliografia

Nota: la bibliografia indicata con numeri in corsivo è stata riportata da altri autori ma non consultata direttamente dall'autore.

- [1] L. B. Resnick, *Science*, **220**, 477 (1983)
- [2] E. von Glasersfeld in P. Watzlawck, "The invented reality; how do we know what we believe we know?", Norton Ed., New York, 1984
- [3] G. M. Bodner, *J. Chem. Ed.*, **63**, 683 (1986)
- [4] J. F. Osborne, *Science Education*, **80**, 52 (1996)
- [5] "Piaget, Constructivism, and Beyond" Online Symposium (<http://jchemed.chem.wisc.edu/constructivism/Journal/Issues/2001/Aug>)
- [6] O. Liverta Sempio (a cura di), "Vygotsky, Piaget, Bruner: concezioni sullo sviluppo", Cortina Ed., (1998)
- [7] G. A. Kelley, "The Psychology of Personal Constructs: a Theory of Personality", W. Norton & Company, Incostruttivismo: New York, 1955
- [8] B. Inhelder, H. Sinclair, M. Bovet, "Apprendimento e strutture della conoscenza", Loescher Ed., Torino, 1975
- [9] G. Bocchi, M. Ceruti, "Disordine e costruzione", Feltrinelli Ed., Milano, 1981
- [10] G. Bodner, M. Klobuchar, D. Geelan, "The many form of constructivism" in "Piaget, Constructivism, and Beyond" (bibl. [3]).
- [11] 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
- [12] E. von Glasersfeld, in "Constructivism in Education", Lawrence Erlbaum Ed., NJ, 1995
- [13] J. Solomon, *Studies in Sci. Educ.*, **14**, 63, 1987
- [14] S. C. Nurrenbern, *J. Chem. Ed.*, **78**, 1107, 2001
- [15] J. S. Bruner, R. R. Olver, P. M. Greenfield e all., "Lo sviluppo cognitivo", Armando Ed.,
- [16] J. Bruner, "La cultura dell'educazione", Feltrinelli Ed., 1997
- [17] D. P. Ausubel, "Educazione e processi cognitivi", Franco Angeli Ed., Milano, 1978
- [18] J. D. Novak, D. B. Gowin, "Imparando a imparare", SEI, Torino, 1995
- [19] J. D. Herron, "The chemistry classroom: formulas for successful classroom teaching" A. C. S., Washington, 1996
- [20] R. Driver in R. Miller, "Doing Science: Images of Science in Science Education", Falmer, New York (1989)
- [21] B. S. Bloom, D. R. Krathwohl, B. B. Masia, "Taxonomy of educational objectives: affective domain", Longman Ed., 1956
- [22] MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca), "Una scuola per crescere" Roma, 2002
- [23] M. Yourcenar, "Memorie di Adriano", Einaudi Ed., 1963

## Una intervista a J. DUDLEY HERRON

Riprodotta con autorizzazione dal *Journal of Chemical Education*, Vol. 79, No. 1, 2000, pp. 53-59; copyright ©2002, Division of Chemical Education, Inc. Traduzione dell'autore.

### Riassunto

Questa intervista fornisce uno squarcio nella vita privata di Herron dal tempo in cui era un studente del college fino a quando è diventato professore a Purdue. La sua dedizione agli studenti ed il suo impegno nell'insegnamento sono evidenti in molti dei suoi commenti. Nell'intervista Herron discute del significato del lavoro di laboratorio, della preparazione e del sostegno in servizio degli insegnanti di chimica del college, dei problemi incontrati dai ricercatori in didattica della chimica, ed esprime alcune sue opinioni sull'insegnamento del problem solving e sul ruolo dei libri di testo nell'istruzione.

### Abstract

This interview provides glimpses of Herron's private life from the time that he was a college student until he arrived at Purdue. His dedication to students and commitment to teaching are evident in many of his comments. In the interview, Herron discusses the meaning of laboratory work, preparation and inservice support of pre-college chemistry teachers, problems faced by researchers in chemical education, and some of his opinions about teaching problem solving and the proper role of textbooks in instruction.

La carriera del Prof. Herron in chemical education si estende per un periodo di oltre 30 anni. Per quattro anni ha insegnato chimica nelle scuole superiori prima di completare il suo Ph.D. in Science Education ed essere poi assun-

---

### LIBERATO CARDELLINI\*

---

to alla Purdue University dove ha ricoperto contemporaneamente un incarico nei Dipartimenti di Chimica e di Education dal 1965 al 1989. Nel 1989 ha abbandonato questi incarichi per diventare direttore del Department of Curriculum and Instruction della School of Education appena formata a Purdue. Nel gennaio del 1994 ha lasciato Purdue per presiedere il Department of Physical Sciences alla Morehead State University nel nativo Kentucky. Herron si è ritirato dall'insegnamento attivo e dalla ricerca nel giugno del 1996, ma nell'autunno del 1999 ha accettato un incarico della durata di un anno come Distinguished Visiting Professor of Chemistry all'University of North Carolina-Wilmington. Attualmente rappresenta la Morehead State University in Chengdu, Cina, dove MSU è di aiuto per stabilire una scuola nella lingua inglese.

Herron è stato l'editore di *High School Forum*, una rubrica per insegnanti di chimica della scuola secondaria, che è apparsa nel *Journal of Chemical Education* dal 1975 al 1980. Le sue pubblicazioni più recenti sono: *The Chemistry Classroom. Formulas for Successful Teaching*, American Chemical Society: Washington, DC, 1996 e *Heath Chemistry* con D. V. Frank, J. L. Sarquis, M. Sarquis, C. L. Schrader, D. A. Kukla, 3rd ed., D. C. Heath: Lexington, 1996.

### 1. Quali sono stati i fattori principali che hanno contribuito a farla diventare un insegnante?

Non avevo alcuna idea in proposito a quello che volevo diventare quando ho lasciato la casa per il college. Il suggerimento che mi veniva dalla scuola superiore era che diventassi un chimico o un ingegnere chimico, ma non sapevo nulla riguardo a quello che ciascuno di queste occupazioni comportasse.



Il mio consulente iniziale nel college era un chimico. Egli mi ha suggerito di laurearmi in chimica perché, secondo lui, sarebbe stato più facile cambiare da chimica a ingegneria chimica che non fare il contrario. L'insegnamento non mi era mai passato per la mente, e non lo sarebbe stato per almeno altri due anni.

Gli 800 dollari che avevo messo da parte per il college erano finiti quando ho pagato le tasse per il mio secondo semestre. Ho provato, ma senza successo, a cercare un lavoro e alla fine ero quasi disperato e così ho messo i miei problemi nelle mani di Dio. Il giorno dopo un amico mi ha suggerito di provare all'ospedale (psichiatrico) Eastern State dove lui aveva trovato recentemente una occupazione. Il lavoro a tempo parziale che avevo ottenuto come aiutante della terapia professionale mi veniva pagato 60 dollari al mese e in più avevo vitto, alloggio e lavanderia. Mi ha permesso di completare gli studi e mi ha insegnato moltissimo sulla natura umana. (Spesso dico che ho ottenuto la laurea all'Università del Kentucky, ma ho ricevuto la mia formazione all'ospedale Eastern State.) Dall'inizio del primo anno sapevo che mi piaceva lavorare con altra gente ed avevo difficoltà a vedermi in un laboratorio chimico  $\frac{3}{4}$  il solo lavoro che potevo immaginare di ottenere con una laurea in chimica. Ho anche considerato la scuola di medicina, ma a quel tempo avevo sposato una studentessa che frequentava la scuola infermieri e che aveva giurato che mai sarebbe stata sposata con un medico! Il dott. Wagner, il mio consulente chimico, mi chiese se avessi pensato all'insegnamento. Non ci avevo pensato certamen-

48 \* Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra, Via Brece Bianche, 60131 Ancona, Italy; [libero@unian.it](mailto:libero@unian.it)



te! Non riuscivo a pensare ad un solo insegnante che avessi desiderato emulare, e così ho detto. “Ma tu non devi essere come loro,” mi ha risposto, ed ha suggerito d’iscrivermi ad un corso di didattica per studenti che più avanti si trasferivano nell’insegnamento. Di mala voglia ho accettato il suggerimento e ho seguito il corso. È stato di gran lunga il miglior corso che ho avuto la possibilità di seguire durante il college. Ero stimolato a pensare, ad usare la biblioteca, e ad esplorare idee nuove. Lo Sputnik era stato appena lanciato, e c’era un grande fermento nella didattica delle scienze. Ero eccitato all’idea di essere parte dell’imminente cambiamento.

## 2. Come è diventato professore di *Chemical Education a Purdue?*

Una volta deciso che avrei insegnato, ho dovuto cambiare il mio programma di studio e includere corsi addizionali di fisica e di biologia. A quel tempo, i requisiti per la certificazione del Kentucky richiedevano di concentrarsi su un’ampia area di materie e questo portava alla certificazione in tutte le scienze. Invece di seguire calcolo e chimica fisica, come avrei fatto come studente di chimica, ho seguito corsi introduttivi in fisica, geologia, e scienze umane. Mi sono laureato all’Università del Kentucky, certificato ad insegnare tutte le materie scientifiche ma qualificato per insegnarne nessuna! Durante il primo anno di insegnamento, gli studenti mi hanno posto molte buone domande, a molte delle quali non sapevo rispondere e questo mi turbava profondamente. In quel periodo la National Science Foundation aveva incominciato corsi di sostegno estivi e durante l’anno accademico, istituiti per insegnanti della scuola superiore. Ho presentato la domanda per un anno accademico presso l’Università del North Carolina ed è stata accettata a condizione che seguissi un corso di calcolo prima che arrivassi. Con l’aiuto dell’insegnante di chimica e di fisica delle scuole superiori di mia moglie, ho completato con successo il primo semestre di calcolo per corrispondenza e ho seguito un corso del secondo semestre durante il mio primo semestre a UNC<sup>3/4</sup>Chapel Hill. Non ero ancora sufficientemente preparato per le equazioni a differenziali parziali incontrate nel corso di termodinamica. Potevo risolvere i problemi, ma questo richiedeva una quantità eccessiva di tempo che mi

sembrava meglio impiegare in altri modi. Sono andato dal professore e ho chiesto di poter condurre uno studio indipendente su alcune delle domande poste dai miei studenti. Lui fu d’accordo e così sono diventato intimamente familiare col *Journal of Chemical Education* e con altre riviste scientifiche, mentre stavo terminando il mio master in science education.

Quando sono ritornato all’insegnamento ho portato con me un brillante insegnante di fisica, Lee Allison. Con lui e Barbara Tea, iniziammo a progettare il migliore programma possibile di scienze. Il Progetto *Chemical Bond Approach* cominciava il suo secondo anno di sperimentazione nella scuola e mi ci sono impegnato. Noi tutti abbiamo seguito conferenze su diversi nuovi curricula di scienze e abbiamo partecipato ad uno studio nazionale sull’impiego di insegnanti specializzati per scienze e matematica nei gradi 5 e 6. Abbiamo organizzato corsi speciali di matematica e di scienze per gli insegnanti delle nostre scuole elementari, ed abbiamo anche preso parte ai corsi. Abbiamo partecipato all’AAAS Traveling Science Library e leggevo libri insieme con i miei studenti. Benché non avessi completato la laurea in chimica, la chimica, la fisica e la matematica che avevo seguito all’Università del Kentucky e all’UNC mi avevano fornito una base sufficiente per poter leggere e capire la maggior parte dei libri di scienze. Durante il mio Ph.D. alla Florida State University ho seguito dei corsi addizionali in chimica. Insieme a Charlie Holcomb, un chimico fisico e compagno di studi nel corso di science education, abbiamo seguito il corso di meccanica quantistica di Michael Kasha e alla fine del corso abbiamo ottenuto i voti più alti. Kasha ha accettato di essere il chimico per il comitato della mia laurea, ed è stata indubbiamente la sua raccomandazione che ha ribaltato la situazione quando venivo considerato per la posizione a Purdue. Quando gli è stato chiesto dai membri del dipartimento di chimica di Purdue se fossi un chimico, Kasha ha risposto, “No, ma lo potrebbe essere se lo volesse!”

Quando sono andato a Purdue nel 1965, tutto il corpo docente per l’istruzione secondaria manteneva le nomine sia nel Dipartimento di Education che nell’appropriato dipartimento accademico. Fino ad allora, Ralph Lefler, che aveva una doppia nomina, sia in fisica che in education, aveva insegnato un corso di

metodi per insegnanti di fisica e di chimica, ed aveva supervisionato gli insegnanti studenti in entrambe le discipline<sup>(1)</sup>. Ma la preparazione di Ralph era in fisica, ed aveva incoraggiato il Dipartimento di Chimica ad unirsi col Dipartimento di Education e ad assumere qualcuno con una preparazione in chimica per sovrintendere alla preparazione di insegnanti di chimica delle scuole superiori.

Avevo poca fiducia sul fatto che Purdue mi avrebbe assunto. Nessuno dei miei titoli era in chimica e i chimici erano responsabili dell’assunzione. Benché mi sentissi sicuro sulla mia preparazione ed esperienza in science education, sapevo che i chimici sarebbero stati scettici. La mia ricerca per il Ph.D. era una ricerca tipica di didattica di quel tempo. Era una valutazione del CHEM Study, del CBA e dell’insegnamento tradizionale della chimica nella scuola superiore; non fui particolarmente sorpreso quando la prima domanda seguente la mia presentazione durante l’intervista a Purdue fu: “Lei questa la chiama ricerca?”

“Chiamatela studio, indagine, o comunque vi aggradi. So che è molto diversa dalla ricerca che fanno i chimici. Ma rappresenta il genere di domanda che interessa me e rappresenta il genere di conoscenza che mi aspetto di sviluppare. Se non vi sentite a vostro agio avendo qualcuno in questo dipartimento che fa questo genere di lavoro, allora è meglio che non mi assumiate.”

Questo scambio di battute e la raccomandazione di Michael Kasha evidentemente mi hanno fatto ottenere il lavoro. Dopo che ho abbandonato la stanza e la facoltà ha cominciato a discutere la mia candidatura, un membro anziano della facoltà ha richiesto che mi venisse offerto il lavoro. La sua motivazione: “Qualcuno che sia capace di sostenersi da solo in questo modo andrà senz’altro bene in questo ambiente!”

Ascoltando le conferenze svolte da altri nuovi docenti della facoltà, ho capito che avere il proprio Ph.D. in chimica non garantisce una conoscenza della materia priva di lacune. Dato che i miei titoli erano in science education, non mi era difficile confessare la mia ignoranza e richiedere spiegazioni circa le cose che non capivo pienamente: questo mi ha guadagnato rispetto fra i miei colleghi chimici.

## 3. Lei pensa che la mancanza di una preparazione formale in chimica sia

***stata un vantaggio nell'affrontare le difficoltà della Chemical Education? Forse la metteva più vicino alla situazione dello studente?***

Non ho mai visto dei vantaggi nell'essere ignorante e sono convinto che la mancanza di una adeguata preparazione in chimica in nessun modo mi abbia reso migliore come insegnante o come ricercatore in didattica della chimica. Invece, mi è stata estremamente preziosa la preparazione che ho ricevuto *al posto dei* corsi addizionali di chimica.

Dopo aver seguito in sequenza i corsi introduttivi di fisica per la laurea in scienze, avevo bisogno di altri crediti di fisica e avevo difficoltà a trovare un corso appropriato. Mi sono iscritto ad un corso introduttivo di fisica per laureati in lettere  $\frac{3}{4}$  cosa che non potrebbe mai accadere ad un laureato in chimica. Questo corso ha fornito una comprensione qualitativa della fisica di gran lunga migliore del corso di laurea per scienze. Analogamente, dopo aver affrontato le difficoltà della sequenza dei corsi standard di analisi matematica, ho seguito un corso introduttivo per insegnanti. Ancora una volta, il corso qualitativo mi ha permesso una più profonda comprensione dei concetti di base, di quanto avessi appreso dalla mia esperienza precedente. È possibile che sia stata la seconda esposizione alle stesse idee che abbia condotto ad una più profonda comprensione, ma penso che il fattore più importante sia stato il fatto che il corso qualitativo ha permesso maggiori opportunità di mettere le idee nel contesto e di vedere i principi illustrati attraverso esempi concreti, piuttosto che risolvere problemi matematici fino alla nausea.

Un aneddoto dai miei primi anni di esperienza nell'insegnamento in un corso semestrale di riparazione a Purdue rafforza la convinzione appena espressa. Poiché l'assegnamento degli studenti ad un corso di riparazione è soggetto ad errori, ho esaminato attentamente il lavoro degli studenti nel corso e ho incoraggiato coloro che capivano con uno sforzo minimo a lasciare il mio corso di riparazione e ad iscriversi al corso introduttivo normale. Sono stato sorpreso quando una giovane e brillante studentessa, che capiva senza difficoltà il materiale che presentavo, mi ha chiesto di non forzarla a trasferirsi. "Al liceo, sono stata capace di ottenere il voto massimo in chimica" ha spiegato, "ma non a capirla in modo che avesse

senso per me. Giusto imparavo a memoria. In questo corso i concetti si compongono e tutto ha un senso. Il corso mi piace. Non lotto per sopravvivere e qui non perdo tempo. Se mi fa trasferire al corso di laurea per scienze, lavorerò più duramente e supererò il corso, ma non capirò come riesco a fare qui." Di mala voglia le ho permesso di rimanere nel corso, temendo che perdesse interesse quando sarebbe stato troppo tardi per trasferirsi. Ma lei non ha perso interesse e alla fine del corso mi sono convinto che lei ha dimostrato più saggezza di me.

In sintesi, la scarsità della mia preparazione in chimica non mi ha fornito un acume maggiore in chemical education né mi ha posto più vicino alla situazione iniziale degli studenti. Ma le diverse esperienze, che non avrei potuto fare come laureato in chimica hanno permesso approfondimenti circa *la mia* capacità di apprendimento che credo appartengano anche ad altri.

***4. Queste sue convinzioni hanno influito sul modo in cui ha scritto "Understanding Chemistry: A Preparatory Course?" [1]. Sembra che nel suo libro lei abbia voluto introdurre meno idee del solito. Forse lei sottoscrive l'idea che imparando meno concetti si può, nei fatti, arrivare ad imparare di più?***

La mia esperienza in buoni corsi qualitativi di scienze è stata una dei molti fattori che hanno plasmato *Understanding Chemistry*, ma hai ragione ad affermare che intenzionalmente ho ridotto il numero di idee presentate nel libro per raggiungere una comprensione più profonda di quelle presentate. Più importante, penso, sia stato il tentativo di concentrare l'attenzione sulla "struttura profonda" piuttosto che sulle caratteristiche superficiali. L'enfasi maggiore è stata posta sul ragionamento proporzionale, che molte matricole del college trovano difficile<sup>(2)</sup>. L'influenza maggiore nello scrivere *Understanding Chemistry* è pervenuta dal lavoro di Piaget. Diversi studi avevano mostrato che molti studenti del college non usano il ragionamento scientifico  $\frac{3}{4}$  ciò che Piaget ha chiamato operazioni formali  $\frac{3}{4}$  per dare un senso al mondo. Poiché un gran numero di concetti e principi delle scienze per la loro comprensione fanno affidamento su quei ragionamenti, la scienza non ha senso. Tali studenti sono in una posizione insostenibile. Vengono

loro presentate idee che ci si aspetta siano in grado di comprendere, ma per comprenderle gli studenti devono fare uso di strutture di ragionamento che essi non hanno mai sviluppato. Dando loro il tempo sufficiente e proponendo delle esperienze appropriate, tutti gli studenti possono sviluppare queste strutture di ragionamento e comprendere le idee proposte, ma il ritmo tipico dei corsi di scienze impedisce il verificarsi di questo evento. La sola speranza che gli studenti hanno per superare l'esame che incombe è quella di memorizzare formule e definizioni. Per gli studenti che sono abituati a studiare molto, questa strategia di solito funziona. Possono superare il corso, spesso con un punteggio di tutto rispetto, ma il contenuto del corso per essi non ha senso ed il materiale imparato a memoria viene dimenticato rapidamente.

La base logica di *Understanding Chemistry* era la focalizzazione di un aspetto del ragionamento scientifico (proporzioni), quale il presentare un numero limitato di relazioni proporzionali in maniera da poter rivelare la natura delle proporzioni e di fornire sufficiente pratica con le idee presentate, così che gli studenti diventassero familiari con il concetto.

Anche le informazioni provenienti dalla ricerca hanno influenzato *Understanding Chemistry*. Per esempio ci sono evidenze che quando due idee simili e correlate vengono presentate in prossimità, queste idee vengono confuse facilmente. Tuttavia, dopo che un concetto è stato capito, la seconda idea può essere imparata rapidamente focalizzando la spiegazione sulle somiglianze e sulle differenze tra la nuova idea e quella già radicata nella nostra mente. In *Understanding Chemistry* la concentrazione viene presentata in termini di molarità, ma la molalità e la normalità non vengono menzionate. È stato assunto che le altre maniere per esprimere la concentrazione verranno insegnate in seguito per contrapposizione con la molarità.

Benché la base razionale dietro a *Understanding Chemistry* sia fondamentalmente corretta, è verissimo che imparare meno *può* condurre ad imparare di più. Ma non succede sempre. La libera volontà è una benedizione che comporta qualche svantaggio. Gli studenti vogliono fare le cose alla loro maniera, ed anche il materiale programmato secondo un attento curriculum richiede la cooperazione dello studente per poter essere appreso con successo.

### 5. Il tradizionale “ordine logico” col quale insegniamo la chimica contrasta con l’ideale ordine psicologico?

Molti anni fa David Ausubel ha argomentato che l’ordine logico non corrisponde necessariamente all’ordine psicologico [2], e sono fiducioso che questo sia corretto. Questo problema è efficacemente illustrato dalla ricerca sulla maniera di risolvere i problemi (problem solving).

Chiunque abbia usato la tecnica “pen-sa ad alta voce” per osservare le strategie problem solving usate quando qualcuno risolve un nuovo problema sa che il processo è punteggiato da false partenze, da vicoli ciechi, da errori sciocchi, da ridondanza, e da occasionali intuizioni che alla fine portano alla soluzione. Il problem solving è un processo disordinato. Un’idea conduce ad un’altra in un ordine che raramente riflette gli efficienti algoritmi presentati nei problemi risolti nei libri di testo. Dopo che abbiamo capito completamente un problema, riorganizziamo il nostro ragionamento originale e gli sforzi fatti per trovare la soluzione e presentiamo la soluzione nel modo più efficiente che ci è possibile, ma questa non è la via che abbiamo usato quando ci abbiamo provato la prima volta e per noi il problema era nuovo.

In un certo senso le persone perspicaci presentano quello che conoscono e che deriva loro dalla prospettiva di avere risolto un problema difficile e lo riorganizzano come un efficiente algoritmo. Avendo riordinato i vari pezzi dell’enigma e avendo escogitato le maniere che li fanno combaciare, l’argomento è presentato “logicamente.” Ma per qualcuno che è nuovo all’argomento, quella presentazione logica può non avere senso perché spesso presume una comprensione che in realtà non esiste.

Ma qual è l’ordine psicologico ideale? Ausubel ha suggerito quello che comincia con la conoscenza concreta, personale che poi si estende a quella più astratta e meno personale. Sfortunatamente, la tua conoscenza personale è diversa dalla mia, così è impossibile suggerire, dal punto di vista psicologico, un ordine che sia ideale per ciascuno. Tuttavia, la ricerca sulle idee difforni degli studenti suggerisce che i punti di inciampo che bloccano la comprensione sono spesso gli stessi per molti studenti, e spesso coincidono con le difficoltà concettuali incontrate nello sviluppo storico di quelle stesse idee.

Per esempio, Nussbaum ha concluso che nello sviluppo del modello particellare della materia, è l’idea del nulla  $\frac{3}{4}$  un vuoto  $\frac{3}{4}$  che è difficile per gli studenti da afferrare e questa è la stessa idea che storicamente ha causato la difficoltà più grande [3].

### 6. Restando sul contenuto, perché alcuni concetti sono percepiti dagli studenti come più difficili di altri? Questa difficoltà è intrinseca o è il risultato di qualche artefatto psicologico? Le sue idee sull’analisi dei concetti possono essere di aiuto?

Non c’è un’unica ragione che rende alcuni concetti più difficili per un individuo che altri. Se così fosse, ognuno dovrebbe incontrare delle difficoltà esattamente sulle stesse idee e ciascuno dovrebbe pienamente comprenderne altre. Ma questo non è il caso. Se poi questo sia dovuto al cablaggio dei neuroni col quale siamo nati, ai collegamenti neurali che costruiamo con la crescita, o ad una qualche combinazione delle due, c’è una forte evidenza di differenze individuali nelle attitudini. I motivi musicali certamente vengono riconosciuti da mia moglie molto più rapidamente che non da me, mentre le relazioni spaziali che a me appaiono così evidenti, sono un enigma per lei. La risposta completa al perché le cose funzionano in questa maniera risiede indubbiamente nelle esperienze fatte nella nostra vita ed in alcune torsioni nel nostro DNA. Però, ci sono concetti che generalmente sono più difficili un po’ per tutti da capire, e l’analisi del concetto mi ha aiutato a razionalizzare il motivo perché potrebbe essere così.

In generale impariamo concetti come “cane”, “macchina” o “provetta” vedendo esempi e non-esempi del concetto ed identificando gli attributi che sono comuni agli esempi ma che sono mancanti nei non-esempi; i cani hanno il pelo ed abbaiano; le auto hanno i fari e suonano col clacson. Ma ci sono concetti per i quali è impossibile mostrare degli esempi (atomi e molecole, per esempio) e ci sono concetti per i quali ci sono molti esempi visibili ma i cui attributi critici non sono percettibili (elemento e composto, per esempio). L’analisi dei concetti può rivelare queste caratteristiche dei concetti che possono probabilmente interferire con l’apprendimento.

### 7. Potrebbe condividere con noi le sue riflessioni su come le esperienze da lei fatte negli ultimi 20 anni influireb-

### bero se dovesse riscrivere il suo famoso articolo su Piaget [4]?

“Piaget for Chemists” ha colpito un nervo scoperto perché ha fornito il linguaggio per descrivere una condizione che gli insegnanti esperti avevano osservato molte volte nei loro studenti. Ha spiegato quello che essi sapevano essere vero. La premessa di base dell’articolo è ancora vera: un numero sostanziale di studenti va al college senza troppa familiarità con le strutture del ragionamento che Piaget ha chiamato operazioni formali ed altri hanno descritto più in generale come ragionamento scientifico. Di conseguenza, gli studenti hanno difficoltà a comprendere una varietà di concetti delle scienze che per il loro significato dipendono da quel ragionamento; per esempio finché una persona non capisce il ragionamento che conduce qualcuno ad affermare che 70 diviso 100 è equivalente a 105 diviso 150, ci sono scarse possibilità che possa comprendere la stechiometria, la concentrazione delle soluzioni, la densità e molte altre idee che coinvolgono le relazioni proporzionali.

La sola cosa che tenterei di fare se riscrivessi “Piaget for Chemists” sarebbe quella di enfatizzare un po’ di più il processo col quale la conoscenza viene costruita e ridurre l’importanza degli stadi di sviluppo descritti da Piaget. Troppa gente ha avuto l’impressione che gli stadi si susseguano semplicemente come una conseguenza della maturazione e che nulla possa essere fatto per alterare questo fatto. Credo che molto possa essere fatto per migliorare lo sviluppo intellettuale, ma richiede tempo e uno sforzo persistente da parte dello studente.

### 8. Molto del suo lavoro riguarda il problem solving. Come e perché gli studenti sbagliano?

Tutto l’apprendimento è, in effetti, problem solving e ci sono tante maniere per sbagliare nel modo in cui si apprende quanti sono gli studenti  $\frac{3}{4}$  in realtà di più, poiché ciascuno di noi può sbagliare in modi diversi in tempi diversi. Tuttavia, due categorie generali coprono la maggioranza degli errori nel problem solving: una delle difficoltà è causata da noi insegnanti piuttosto che dagli studenti. Trasmettiamo la convinzione che esiste soltanto una maniera per risolvere un problema e che il percorso che porta alla soluzione dovrebbe

be essere lineare. Come conseguenza, gli studenti guardano al problema e rendendosi conto che non riescono a risolverlo, abbandonano rapidamente.

Non vedo differenze sostanziali tra quello che avviene quando gli adolescenti fronteggiano un nuovo problema di chimica e quello che avviene quando i bambini piccoli imparano ad inserire le forme di legno nei buchi. Il bambino passa attraverso molti tentativi ed errori, cercando di forzare pioli rotondi in buchi quadrati, girando la mezza luna nella maniera sbagliata e cose simili; durante questi tentativi aumenta le informazioni sulle forme dei pioli e sui buchi fino a che il bambino alla fine coordina le percezioni e le azioni e infallibilmente inserisce i pioli nella propria fessura al primo tentativo. Tutto il vero "problem solving" è simile e richiede tempo per scoprire quali informazioni immagazzinate nel nostro cervello possano essere rilevanti e come i frammenti debbano essere ricomposti insieme. Le varie strategie metacognitive e le euristiche insegnate per migliorare il problem solving sono soltanto strumenti che aiutano a selezionare le informazioni e trovare le relazioni.

L'altra grande fonte di errori nel problem solving  $\frac{3}{4}$  particolarmente quelli del tipo che comunemente incontriamo in chimica  $\frac{3}{4}$  è la scarsa comprensione concettuale. I calcoli stechiometrici, per esempio, sono necessariamente oscuri quando le relazioni tra particelle, massa, e quantità chimica di sostanza inerente al concetto di mole non sono state capite.

### **9. Che cosa è il "terzo livello della conoscenza" e come può essere raggiunto?**

Molto spesso l'istruzione ha a che fare con il fornire la risposta giusta, col risultato che gli studenti imparano gli algoritmi per ottenere le risposte corrette senza rendersi conto di quello che le risposte significano o perché l'algoritmo possa funzionare. Prendiamo come esempio la percentuale. Come ogni adulto conosce, per calcolare la percentuale si deve "dividere il numero piccolo per il numero grande e moltiplicare per 100". Ma molti che applicano l'algoritmo (alle volte lo applicano male) comprendono poco di quello che il numero ottenuto come risultato

poco significato rappresenta un livello primitivo di conoscenza. Saper applicare le regole per ottenere risposte che uno capisce, rappresenta un secondo e chiaramente più alto, livello di conoscenza. Ma c'è un terzo livello, ancora più potente. Accade quando non solo si è capaci di applicare le regole e di capire il risultato, ma di capire il perché la regola produce un risultato corretto. Questa comprensione può prendere una varietà di forme e rivela una quantità di relazioni che possono essere espresse con regole simili. Una persona che capisce la percentuale a questo "terzo livello di conoscenza", per esempio, dovrebbe vedere facilmente la relazione tra percentuale e parti per milione o parti per miliardo e comprendere che qualsiasi base  $\frac{3}{4}$  10, 12, o 144  $\frac{3}{4}$  può essere usata per definire un rapporto chiamato "perdieci" o "perdozzina" o "pergrossa" con le stesse proprietà come la comune percentuale.

Raggiungere questo "terzo livello di conoscenza" dipende soprattutto da quanto ci si impegna per raggiungerlo, ma certamente non può essere raggiunto se gli insegnanti si focalizzano soltanto sulle risposte giuste! Molta più attenzione deve essere data al perché una risposta è corretta, quello che la risposta significa e come la logica usata per arrivare a questa risposta potrebbe essere usata per rispondere ad altre domande non ancora formulate.

### **10. Riferendoci al suo articolo su Rutherford [5], spesso la scienza avanza utilizzando principi euristici. Perché i libri di testo favoriscono così spesso l'approccio della "retorica delle conclusioni"?**

Per gli editori gli affari sono affari. Il loro scopo è quello di vendere, non di insegnare. Le decisioni sono influenzate dalle ricerche di mercato, non dalla ricerca pedagogica. Inoltre, chi decide quale libro acquistare sono gli insegnanti e gli amministratori, non gli studenti. Queste decisioni vengono prese sulla base di valutazioni spesso superficiali. Gli insegnanti non adottano i libri che omettono i loro argomenti favoriti, così gli editori insistono che i temi favoriti dagli insegnanti ricevano una qualche attenzione. Il risultato è un testo che copre tutto, spesso superficialmente.

### **11. Lei conosce direttamente diversi sistemi scolastici in altri paesi a livello**

### **di scuola superiore. Da questo punto di vista quali consigli darebbe agli insegnanti di chimica degli Stati Uniti per migliorare le cose nei licei, o tutto va già bene?**

Non è che tutto vada bene e mai sarà così, grazie al cielo! Dovremmo sempre presumere che possiamo migliorare, ma dovremmo essere più chiari sulle nostre mete e dovremmo essere più diligenti nel cercare le evidenze che dimostrino che i cambiamenti che così prontamente adottiamo ci portino davvero più vicino a quelle mete. Responsabilità è la parola d'ordine corrente ed è un'idea meravigliosa. Il problema è che troppo tempo viene sprecato nel processo di controllare gli studenti, gli insegnanti e le scuole e che anche troppa attenzione viene focalizzata sui risultati delle prove e su cose simili. Quello che abbiamo bisogno di conoscere è in quale misura gli studenti possono fare affermazioni o dare spiegazioni assennate sul mondo fisico nel quale viviamo e quanto sono capaci ad usare l'analisi logica per capire nuovi fenomeni. Qualunque sia il sistema che un insegnante trovi efficace e usi con i particolari studenti in una certa scuola, bisogna convincere gli studenti che la scuola riguarda l'apprendimento e che vale la pena di imparare, anche perché è divertente. Non riguarda l'ottenere buoni voti o crediti e titoli di studio e magari lavori lucrosi. Queste cose possono essere una sorta di indicatori, ma non sono lo scopo della scuola. La scuola riguarda l'apprendimento.

La questione vera è come riuscire ad interessare gli studenti ad imparare  $\frac{3}{4}$  più correttamente, ad interessarli ad imparare quelle cose che noi adulti riteniamo meritevoli. La seduzione, penso. Ho avuto successo quando ho scoperto qualche bagliore di interesse negli studenti ed ho trovato le maniere per incanalare questo interesse verso cose che a me sembravano importanti. Questo richiede che gli insegnanti interagiscano con gli studenti su una base individuale e che siano abbastanza flessibili per capitalizzare sui "momenti favorevoli all'insegnamento". Una delle mie migliori esperienze è stata originata da un argomento di fisica in una scuola superiore. Un ragazzo di campagna ha domandato perché l'acqua calda congela più velocemente di quella fredda e gli altri hanno riso a quel suggerimento che ritenevano assurdo. Ma lui sapeva di ciò di cui parlava. Aveva messo acqua calda ed ac-



qua fredda sul terreno gelato in inverno per far bere i polli, così sapeva che l'acqua calda congela più in fretta di quella fredda. "Assurdo!" insistevano i suoi compagni di classe e così abbiamo avuto un onesto dibattito che ha tenuto l'intera classe occupata ad investigare per circa sei settimane. In questo processo gli studenti hanno imparato che la densità dell'acqua varia con la temperatura come pure il calore specifico; che l'energia richiesta per vaporizzare un grammo di acqua è *molto* più grande dell'energia richiesta per aumentare la sua temperatura dal congelamento all'ebollizione; che rispondere a semplici domande a volte richiede di fare assunzioni piuttosto arbitrarie come quello che intendiamo con "caldo" o "congelamento"; che una sperimentazione riuscita dipende dalla capacità di sviluppare tecniche pratiche  $\frac{3}{4}$  trovare la maniera di osservare l'acqua durante il congelamento, raffreddandola sufficientemente in fretta fino al congelamento in modo da non annoiarsi, ma abbastanza lentamente da poter misurare accuratamente il tempo del processo, per esempio.

In un'altra classe gli studenti che avevano una loro banda sono stati invitati a portare i loro strumenti e suonare una canzone. Questo ha condotto ad una discussione su ciò che rende la musica "buona" o "cattiva". Abbiamo guardato alle forme d'onda visualizzate su un oscilloscopio quando la stessa nota veniva emessa da strumenti diversi e discusso delle somiglianze e delle differenze nelle forme. Ma prima di questo abbiamo dovuto parlare delle caratteristiche delle onde, come vengono generate, come interagiscono e di tutti gli altri aspetti che hanno affascinato per decenni gli scienziati.

Non c'è assolutamente nessun valore intrinseco nelle attività *particolari* che ho descritto. Queste attività sono però risultate di interesse per studenti particolari in un momento particolare. Ho potuto usarle per insegnare perché per raggiungere il mio scopo ero determinato a deviare dal programma stabilito e nessuno ha insistito che non dovessi farlo.

### **12. Quanta importanza attribuisce al laboratorio nell'insegnamento della chimica a qualunque livello?**

Se intendi il lavoro di laboratorio come il genere di attività che ho appena descritto, direi che è assolutamente necessario. Percy Bridgman ha descritto

la scienza come "fare il massimo possibile con la tua testa, in qualsiasi modo" [6]. Che è quello che il lavoro di laboratorio dovrebbe essere. Dovrebbe consistere nel cercare risposte a domande reali, non essere una serie di esercizi arbitrari.

Il migliore programma di laboratorio che conosco è quello sviluppato per il progetto Chemical Bond Approach sotto la direzione di Tony Neidig. Ciascuna esperienza di laboratorio viene preceduta da una discussione, durante la quale viene posta una domanda e gli studenti suggeriscono delle possibili risposte. Il giorno successivo vengono raccolti i dati; ritornati in classe segue una discussione dedicata ai dati ottenuti e al loro significato. Nella mia esperienza a volte ho avuto studenti che sono stati in disaccordo circa la migliore procedura da usare; ho incoraggiato i proponenti di ciascuna tecnica a seguire il proprio istinto e a riportare i loro risultati. La discussione che seguiva al laboratorio spesso rivelava difetti in una certa tecnica che però all'inizio non era ovvia e quello che veniva perso in termini di dati inutili era insignificante se comparato con quello che gli studenti imparavano sulla sperimentazione e sulle stranezze del metodo sperimentale nel rispondere alle domande.

Spesso, durante il laboratorio, ho organizzato spedizioni di pesca. Guardandoli al lavoro, richiama la loro attenzione su alcuni risultati inaspettati e domandavo allo studente il perché lui pensava fosse accaduto. Di tanto in tanto gli studenti abboccavano e allora veniva improvvisato un esperimento estemporaneo per vedere se avremmo potuto trovare la risposta. I risultati di questi esperimenti fuori dall'ordinario venivano riportati come parte della discussione che seguiva al laboratorio il giorno seguente. Molto spesso la risposta alla domanda che sorgeva rimaneva dubbia e la possibile spiegazione veniva cercata nel libro di testo o nella biblioteca. Perché la questione era radicata nell'esperienza propria degli studenti, la ricerca in biblioteca veniva intrapresa con un qualche entusiasmo e gli studenti non avevano difficoltà a capire quello che leggevano, perché potevano riferirlo alla loro esperienza fatta nel laboratorio.

È questa abilità a fare collegamenti tra quello che uno legge o quello che uno ascolta e ciò che viene sperimentato direttamente che fa del lavoro di laboratorio una parte essenziale per com-

prendere la chimica. Ma se il laboratorio è null'altro che una serie di esercizi separati dagli altri aspetti del corso, esso è inutile.

### **13. Quali sono le sue osservazioni sulla qualità della preparazione ed il sostegno nel servizio degli insegnanti di chimica? Si nasce buoni insegnanti oppure ci si diventa?**

Ricordo di aver discusso la tua seconda domanda nel 1958 con dei colleghi. Allora pensavo che la risposta fosse ovvia e sono ancora dello stesso avviso. Perché si dovrebbe presumere che l'insegnamento sia diverso da qualunque altra attività complessa? Siamo davvero convinti che i grandi attori o i cantanti o i dottori o i meccanici siano nati col loro talento? Non lo credo certamente! Acquisiscono il loro talento col tempo. Alcuni possono acquisire il proprio talento senza il beneficio dell'istruzione, ma non molti. Viene loro insegnato. Ma ci sono delle differenze nelle attitudini, parte delle quali sono indubbiamente determinate dalla genetica. Lo stesso avviene anche con gli insegnanti. Alcuni ereditano caratteristiche che li predispongono all'eccellenza, ma anch'essi traggono profitto dall'istruzione, come fanno tutti coloro che desiderano insegnare bene.

Il problema principale con la preparazione e il supporto in servizio degli insegnanti della chimica è che questi corsi non ci sono. Esistono corsi di chimica per chimici, per ingegneri chimici, per studenti di medicina, e qualche volta per laureati in lettere, ma non per insegnanti di chimica. Ci sono corsi di didattica, sia per insegnanti che si preparano all'insegnamento, che per quelli in servizio, per insegnanti di scienze, ma non per insegnanti di chimica. Non ci sono mai abbastanza laureati insegnanti di chimica, per qualsiasi tipo di scuola, da giustificare corsi che siano organizzati specificatamente per venire incontro alle loro necessità. La preparazione che ne risulta non è che sia *cattiva*. I corsi di chimica forniscono la conoscenza del contenuto della quale gli insegnanti hanno bisogno e i corsi di formazione forniscono la (generale) conoscenza pedagogica di cui hanno bisogno. Quello che manca è la conoscenza pedagogica del contenuto che è la cosa più importante per un insegnamento efficace. Per conoscenza pedagogica del contenuto intendo la conoscenza di come insegnare un particolare contenuto. Rispondere a doman-

de quali: qual è la migliore sequenza degli argomenti in chimica? Come viene decisa? Quale(i) sistema(i) chimico(i) è(sono) più utile(i) per introdurre l'equilibrio (o l'entalpia o la cinetica o ...)? Ci sono delle dimostrazioni particolari che risultano più efficaci di altre? In tal caso, che cosa le rende efficaci? Come si dovrebbero fare le dimostrazioni per renderle il più possibile efficaci? Quando è che una dimostrazione è più utile di un esperimento e vice versa? Come si devono sistemare i reattivi nel ripostiglio? Quali soluzioni dovrebbero essere preparate con un certo anticipo e quali vanno preparate appena prima dell'uso? Quali precauzioni devono essere prese per la sicurezza? Quali sono i tuoi obblighi legali per l'incolumità degli studenti? Qual è la tua responsabilità civile? Quanto costa la gestione di un laboratorio di chimica? Come si possono abbassare i costi? Quali sono i vantaggi e quali gli svantaggi di esperimenti fatti in scala semimicro? Le simulazioni possono sostituire gli esperimenti senza sacrificare l'apprendimento? E via di seguito!

**14. Per quanto riguarda gli insegnanti universitari, all'estero si pensa che dovrebbero essere addestrati nella stessa maniera di come è stata addestrata la generazione presente con una base nella ricerca chimica classica. L'insegnamento viene poi appreso con l'esperienza. Qual è la sua opinione sull'accoglienza della ricerca in didattica della chimica?**

Tutti noi possiamo apprendere gran parte di ciò che occorre nel nostro lavoro attraverso l'esperienza e in effetti lo apprendiamo. Questo non cambierà perché non vogliamo passare a scuola tutta la nostra vita. È ragionevole focalizzare l'istruzione su quelle cose di cui maggiormente avremo bisogno nella nostra vita e lasciare all'esperienza le abilità secondarie che useremo saltuariamente. Se uno accetta questa impostazione, allora i chimici che pianificano la loro carriera nell'industria e possibilmente quelli destinati alla ricerca universitaria, sono serviti bene dall'addestramento nella ricerca chimica tradizionale. Ma il grande numero di Ph.D. in chimica che finiscono ad insegnare nei college sono serviti molto male dall'addestramento tradizionale ed il loro insegnamento lo dimostra. Il programma del Ph.D. per questi chimici dovrebbe includere circa 12 ore

per semestre di corso mirato all'insegnamento e i dottorandi dovrebbero fare ricerche sia in chimica che in didattica della chimica. (Raccomanderei la tesi per il master in chimica e la tesi per il Ph.D. in chemical education, ma questo probabilmente riflette solo una mia convinzione.)

**15. Come autore prolifico, può darci qualche consiglio sulla presentazione di articoli di didattica della chimica in una forma accettabile?**

Lo scopo dovrebbe essere di informare, non di impressionare il lettore o chi dovrà valutare la nostra promozione. Non pubblicare finché non hai qualcosa da dire. (Troppi articoli sono pubblicati a causa di considerazioni per la carriera.) Tutti i buoni articoli sono basati sul lettore piuttosto che su chi li scrive. Pensa ai tuoi lettori. Cosa conoscono? Cosa devi dire loro cosicché possano capire quello che pensi tu hai imparato? Devi dire loro quali conclusioni hai tratto dai dati che presenti, ma devi anche dare abbastanza informazioni per permettere loro di formarsi le proprie conclusioni. E non essere così verboso come lo sono io!

**16. Nell'ultima parte della sua carriera lei è diventato un amministratore. È così difficile conciliare gli ideali della pratica educativa con le "limitazioni" delle restrizioni finanziarie ed amministrative?**

Quello che ho trovato difficile da conciliare erano i desideri dei componenti la facoltà. Ognuno ha un progetto importante che richiede soldi e spazio, che non sono mai abbastanza per accontentare tutti. Le istituzioni pubbliche hanno l'obbligo di spendere in modo oculato il denaro dei contribuenti e "oculato" sarà definito dalla maniera in cui il pubblico viene servito. Quando mi sono trasferito nell'Indiana dal Kentucky, sono stato colpito da quanto erano lussuose le scuole pubbliche; quando ho vissuto in Israele sono stato invece impressionato dall'austerità degli edifici scolastici. Ma gli insegnanti che ho conosciuto in Israele erano brillanti, dedicati e in proporzione meglio pagati. Penso che gli israeliani erano migliori come amministratori del denaro pubblico.

**17. Come può la ricerca in chemical education essere più efficacemente trasformata nel miglioramento dell'insegnamento e dell'apprendimen-**

**to?**

Se smettessimo di usare i libri di testo, forse sarebbe meglio. Allora non ci sentiremmo più obbligati a gettare via il nostro materiale ogni tre o quattro anni e riorganizzare il corso. Potremmo cominciare a costruire in modo sistematico un corso basato sul materiale che si è dimostrato essere efficace nell'insegnamento di un concetto particolare o di un principio; potremmo continuare ad usare quel materiale fino a che qualcuno dimostra che altri materiali fanno un lavoro migliore. Inoltre, richiederà anche che i nuovi membri della facoltà che ereditano un corso siano informati sul perché il corso viene svolto e come viene svolto e anche ad essi non dovrebbe essere permesso di cambiare i contenuti finché essi siano in grado di dimostrare che i cambiamenti che desiderano fare producono un migliore apprendimento.

**18. Una domanda finale e molto personale: dalla sua dedizione agli studenti e dal tenore di tutto il suo lavoro sembra che lei sia guidato da una forza interiore. Quanto hanno influito le sue convinzioni religiose sulla natura e sulla direzione della sua carriera?**

La mia fede religiosa è la cosa più importante della mia vita ed influenza tutto ciò che faccio. Sono un cristiano e ho cercato consapevolmente di seguire l'esempio dato da Cristo come capisco da quello che è riportato della Sua vita nel nuovo testamento. Detto semplicemente, cerco di lasciare il mondo un po' meglio di come l'ho trovato. Cerco di rispettare tutta la gente e credo che ogni persona abbia un valore  $\frac{3}{4}$  anche quelli verso i quali provo antipatia. Come insegnante, ho cercato di aiutare ogni studente ad essere la migliore persona che poteva essere; ho visto il mio lavoro nella prospettiva di aiutare gli studenti a diventare quello che essi desiderano essere, piuttosto che costringerli a diventare quello che pensavo essi dovevano essere.

Mentre ero studente nei primi anni di scuola superiore, mi sono sentito "chiamato" ad essere cristiano, ma non ero del tutto sicuro di cosa questo potesse significare. Il mio consigliere col quale avevo parlato mi aveva suggerito di prepararmi a fare la cosa più grande che potessi fare per Dio e aveva aggiunto che, se Dio non mi avesse fermato, dovevo presumere di essere sul sentiero giusto. Mi è sembrato un consiglio ra-



gionevole e ho cercato di seguirlo. La maggior parte di quello che ho fatto è stato su suggerimento di qualcun altro. Mi sono state offerte posizioni di responsabilità e quando ho sentito che avrei potuto fare il lavoro e ne valeva la pena, ho accettato. Alle volte ne ho accettati anche troppi e mi sono dovuto ritirare per poter fare bene ogni cosa. In genere, gli altri sono stati più impressionati da quanto ho fatto che non me stesso, ma sono completamente soddisfatto della mia vita. Nell'aprile del 1999 l'ACS Division of Chemical Education mi ha onorato con un simposio speciale. Gli oratori erano miei ex studenti e colleghi che hanno parlato di vari aspetti della mia carriera. Avevo temuto questo evento per quasi un anno, ma l'ho molto apprezzato e mi sono divertito. Gli oratori mi hanno convinto che i miei anni di duro lavoro avevano prodotto dei buoni risultati e questo è bello!

### Conclusioni

E lei ha meritato questo onore perché la sua ricerca e i suoi molti scritti, sia gli articoli che i libri, hanno fatto una differenza nella maniera in cui molta gente in tutto il mondo insegna la chimica. Ha esercitato un'influenza che pochi altri istruttori e ricercatori possono vantare. Lascia una ricca eredità a tutti noi, ma particolarmente ai suoi ex studenti, alcuni dei quali sono diventati distinti studiosi per proprio merito. I suoi dotti contributi non sono soltanto rilevanti per la comunità della didattica della chimica, ma anche per i professionisti di chimica in molti altri settori. Per conto di tutti coloro che sono interessati alla didattica della chimica, desidero ringraziarla per aver voluto condividere le sue intuizioni, frutto di una vita dedicata all'insegnamento della chimica.

### Ringraziamenti

Desidero ringraziare George M. Bodner della Purdue University, West Lafayette, IN, Alex H. Johnstone dell'University of Glasgow, Scotland, Mansoor Niaz

dell'Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, Mary Virginia Orna del College of New Rochelle, New Rochelle, NY, per i consigli e suggerimenti che mi hanno dato per migliorare le domande di questa intervista e John W. Moore, Editore del *Journal of Chemical Education* per averne autorizzato la traduzione italiana.

### Note

1. Per il significato di "insegnanti studenti" si veda la nota riportata nell'intervista con Dorothy L. Gabel, *La Chimica nella Scuola*, 2001, **XXIII** p.166.
2. Arnold Arons ha discusso a proposito del ragionamento proporzionale e delle strategie per svilupparlo nel capitolo 1 di *A Guide to Introductory Physics Teaching* (1990; Wiley) e nel suo ultimo libro, *Teaching Introductory Physics* (1997; Wiley).

### Bibliografia

- [1] J. D. Herron, *Understanding Chemistry: A Preparatory Course*; Random House: New York, 1981.
- [2] D. Ausubel, *The psychology of meaningful verbal learning*; Grune and Stratton: New York, 1963.
- [3] J. Nussbaum, History and philosophy of science and the preparation for constructivist teaching: The case of particle theory (p. 165-194). In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, J. D. Novak, (Eds.) *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*; Academic Press: San Diego, 1998.
- [4] J. D. Herron, Piaget for Chemists. Explaining what "good" students cannot understand, *J. Chem. Educ.*, 1975, **52**, 146-150.
- [5] J. D. Herron, Rutherford and the Nuclear Atom, *J. Chem. Educ.*, 1977, **54**, 499.
- [6] P. W. Bridgman, Prospect for Intelligence, *Yale Review*, 1945, **34**, 444-461, p. 450.

### ALTRE PUBBLICAZIONI RILEVANTI

J. D. Herron, Directly proportional: The

concept clarified, *Science Activities*, 1970, **3** (2), 18-20.

J. D. Herron, The effect of behavioral objectives on student achievement in college chemistry, *Journal of Research in Science Teaching*, 1971, **8**, 385-391.

J. D. Herron, G. Wheatley, A Working Theory of Instruction, *Science Education*, 1974, **58** (4), 509-517.

J. D. Herron, T. G. Luce, V. E. Neie, The proper experimental unit: Comparative analyses of empirical data, *Journal of Research in Science Teaching*, 1976, **13**, 19-27.

J. D. Herron, E. Agbebi, L. Cottrell, T. Sills, Concept formation as a function of instructional procedure or: What results from ineffective teaching, *Science Education*, 1976, **60**, 375-388.

J. D. Herron, Role of learning and development: Critique of Novak's comparison of Ausubel and Piaget, *Science Education*, 1978, **62**, 593-605.

J. D. Herron, Using Research in Chemical Education to Improve My Teaching, *Journal of Chemical Education*, 1984, **61**, 850-854.

J. D. Herron, T. J. Greenbowe, What Can We Do About Sue: A Case Study of Competence, *Journal of Chemical Education*, 1987, **63**, 528-531.

J. D. Herron, Why Aren't We Doing it? (p 93-95). In J. R. Staver, (Ed.), *1982 AETS Yearbook, An Analysis of the Secondary School Science Curriculum and Directions for Action in the 1980's*, ERIC Clearing House for Science Mathematics and Environmental Education: Columbus, OH, December 1981.

J. D. Herron, J. V. DeRose, J. Harris, H. W. Heikkinen, D. J. Kallus, E. K. Mellon, Ideals in Teaching Chemistry.

In J. E. Penick, E. Krajcik, (Eds.), *Focus on Excellence, Chemistry*, **3** (2), National Science Teachers Association: Washington, DC, 1986.

J. D. Herron, Research in Chemical Education: Results and Directions (p. 31-54). In M. Gardner, J. G. Greeno, F. Reif, A. Schoenfeld, A. Disseau, E. Stage (Eds.), *Toward A Scientific Practice of Science Education*, Erlbaum: Hillsdale, NJ, 1990.

## Le cifre significative: un concetto sottovalutato

### Riassunto

Questo breve contributo ha lo scopo di far capire, con alcuni esempi, l'importanza dell'utilizzo delle cifre significative nell'esprimere i risultati numerici di prove sperimentali. Spesso questo concetto è poco conosciuto dagli studenti o non preso nella dovuta considerazione. Vengono descritte le regole che sono alla base di questo concetto.

### Premessa

In chimica la misura rappresenta il momento significativo di questa scienza, è quindi necessario sapere come debba essere trattata l'informazione numerica.

Le misure sperimentali hanno necessità di essere precise e accurate, la precisione descrive quanto ripetute numerazioni di una certa grandezza siano in accordo l'una con l'altra; l'accuratezza, al contrario, viene determinata dall'accordo tra il valore misurato ed il valore corretto.

Un numero altamente Preciso non necessariamente è accurato poiché risente dell'errore sistematico presente in ogni misura.

In laboratorio ci si deve preoccupare di ottenere risultati ragionevoli, va da sé che ci sono dati più precisi di altri.

Gli studenti delle scuole superiori devono avere una buona conoscenza del concetto di cifre significative, un esempio può portare a comprendere questo concetto.

Se consideriamo la durata della vita di una qualsiasi persona, ad esempio di Joseph Gay-Lussac (1778 - 1850), diciamo che ha vissuto **72** anni, cioè **[7(10)+2]**; in entrambi i casi l'età è rappresentata da cifre significative. La prima cifra (**7**) ci dice quale multiplo di 10 anni ha vissuto, la seconda cifra (**2**) esprime il numero di anni che segue il multiplo di 10 anni.



Ci poniamo le seguenti domande:

**1)** avrebbe significato dire che Gay-Lussac ha vissuto 0,72 anni?

**2)** possiamo dire che Gay-Lussac ha vissuto 72,0 anni?

**3)** siamo certi che la differenza fra l'anno di morte e quello di nascita dia il valore corretto?

Diamo le risposte:

- La risposta alla prima domanda è negativa in quanto la cifra 0 prima del 7 ci dice che non ci sono multipli di 100 anni nell'età del grande chimico, infatti si sa già che il 7 nel numero a due cifre 72 è il multiplo di 10.

- La risposta alla seconda domanda certamente denota una maggiore accuratezza nella definizione dell'età avendo introdotto un decimale di anno (36 giorni è un decimale di anno, non un decimale). Utilizzando questa forma sorge un interrogativo (terza domanda): al momento della sua morte quanto tempo era passato dal giorno del suo 72esimo compleanno?

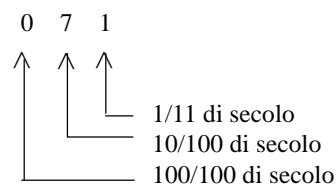
- La risposta alla terza domanda ha bisogno di un chiarimento ulteriore considerando il giorno e il mese; Gay-Lussac (06. 12. 1778 - 09.05. 1850) e quindi:

5 mesi +3 giorni = 153 giorni = 0,42 anni, si deduce che Gay-Lussac è vissuto 71,4 anni. 72,0 anni sarebbe giusto se fosse morto entro mezzo decimo di anno (18) giorni) dal 72° compleanno. Nella rappresentazione precedente ab-

biamo definito l'età con tre cifre significative, ovviamente le cifre significative aumentano se introduciamo centesimi di anno.

Certamente in questo esempio la significatività della terza cifra in termini storiografici è superflua, anche se rimane il dubbio sull'esattezza dell'età di Gay-Lussac.

Supponiamo di misurare l'età non in anni ma in "secoli" (1 secolo = 100 anni). La durata della vita di Gay-Lussac espressa mediante questa nuova unità di misura è 0,71 secoli o 0,714 secoli, in ogni caso sappiamo che l'età è 0,70 secoli più 0,02 secoli (poiché 0,010 secoli equivalgono a 1 anno).



Quindi ogni cifra **0** prima della prima cifra **non nulla** partendo da sinistra non è significativa.

Confrontiamo ora l'età di Gay-Lussac con l'età di un altro grande Niels Bohr (07. 10. 1885 - 18. 11. 1962) 78 anni o più precisamente (78 anni + 41 giorni = 78,1 anni).

Possiamo dire che Bohr ha vissuto 6 anni più di Gay-Lussac, cioè scriviamo  $78 - 72,0 = 6$ . L'ultima cifra significativa dell'età di Gay-Lussac limita la precisione della differenza calcolata delle due età.

Dalla differenza sopra espressa si deduce che la risposta, sia pur corretta, ha solo una cifra significativa.

### Quattro regole per determinare le cifre significative

#### 1 regola

*Il numero delle cifre significative in una misura si determina leggendo il numero da sinistra a destra e contando le cifre partendo dalla prima cifra non nulla. Esempi in tabella.*

**56** (\*) Dipartimento di Chimica "G. Ciamician", via Selmi, 2 - 40126 Boilogna  
e-mail: [fpcns@ciam.unibo.it](mailto:fpcns@ciam.unibo.it)

Numeri	Cifre significative	Note
342g	3	
0,00342g	3	Gli zero a sinistra determinano semplicemente la posizione della virgola; onde evitare confusione scrivere i numeri di questo tipo nel modo seguente: $3,42 \times 10^{-3}$
3,0	2	Quando il numero è <b>più grande di 1</b> tutti gli zero alla destra della virgola decimale sono significativi
0,030	2	Quando il numero è <b>più piccolo di 1</b> solo gli zero alla destra della prima cifra significativa sono superflui
100g	1	Nei numeri che non contengono la virgola decimale gli zero che seguono possono essere o no significativi. Per evitare confusione, riferendosi a notazioni scientifiche possiamo scrivere: $1,00 \times 10^{-2}$ (3 cifre significative) oppure $1 \times 10^{-2}$ (1 cifra significativa)
100 cm/m	$\infty$	In quanto è una quantità definita.

**II regola**

Nelle operazioni di addizione o sottrazione, il numero di cifre decimali del risultato dovrà essere uguale al numero di cifre decimali del numero che ne contiene meno.

**Addizione**

0,5	1 cifra significativa	1 decimale
1,16	3 cifre significative	2 decimali
10,172	5 cifre significative	3 decimali
11,832		

**Sottrazione**

10,172	5 cifre significative	3 decimali
1,16	3 cifre significative	2 decimali
9,012		

La risposta corretta **per l'addizione è 11,8** in quanto **0,5 ha 1 solo decimale**.

La risposta corretta **per la sottrazione è 9,01**

in quanto **1,16 ha 2 soli decimali**.

**III regola**

Nelle moltiplicazioni o divisioni il numero delle cifre significative nel risultato deve essere lo stesso della quantità espressa col numero minore di cifre significative.

**Moltiplicazione**

0,1241	4 cifre significative
0,02	1 cifra significativa
0,002482	4 cifre significative

**Divisione**

0,1241	4 cifre significative
0,02	1 cifra significativa
6,205	4 cifre significative

Applicando la regola, le risposte corrette sono:

moltiplicazione	0,002	$2 \times 10^{-3}$
divisione	6	$0,6 \times 10$

**IV regola**

Quando un numero è arrotondato si ha una diminuzione delle cifre significative e l'arrotondamento viene fatto aumentando di 1 l'ultima cifra conservata solo se la cifra che segue è 5 o superiore a 5.

**Numero**

1,472	4 cifre significative
7,8	2 cifre significative
4652,44	6 cifre significative
0,030	2 cifre significative

**Numero arrotondato**

1,47	3 cifre significative
8	1 cifra significativa
4652	4 cifre significative
0,03	1 cifra significativa

**Nota importante:**

Usando le calcolatrici è necessario che si faccia attenzione all'uso corretto delle stesse e cioè:

**utilizzare durante i calcoli tutte le cifre significative permesse dalla calcolatrice e eseguire l'arrotondamento solo alla fine del problema.**

L'arrotondamento durante i calcoli può normalmente introdurre degli errori che modificano il risultato finale.

## LA PILA DI VOLTA, LA PILA “AL LIMONE” E ... LA PILA “AD ACQUA”

### Riassunto

In questo articolo viene proposto un esperimento relativo alla pila di Volta e alla pila ad acqua, realizzabile con materiali e reagenti facilmente reperibili anche in scuole non particolarmente attrezzate.

Ciò allo scopo principale di porre in evidenza le reazioni in gioco in tali pile e in quelle “al limone” o simili, basandosi su conoscenze di un corso di chimica di base e prescindendo dall'equazione di Nernst.

### INTRODUZIONE

“...Prendete un limone e rotolatelolo schiacciandolo un po’, in modo da rompere una parte dei “sacchetti” di acido in esso contenuti. Piantateci quindi una lamina di rame ed una di zinco, evitando che si tocchino. Fra le lamine si misura una tensione di circa un volt...” Questo è più o meno il procedimento per la “costruzione” della “pila al limone”, riportata ormai in parecchi testi di chimica di base ed in riviste di divulgazione scientifica e relativamente alla quale sono stati pubblicati diversi articoli anche nel Journal of Chemical Education [1-5].

E di solito viene evidenziato che tale pila è basata su quella di Volta, ed inoltre si sottolinea anche che, come conduttore elettrico, è utilizzabile qualsiasi altro frutto od ortaggio, oppure qualsiasi soluzione acquosa di un acido, di una base o di un sale.

Tuttavia nei testi di chimica di base, pur essendo forniti i concetti fondamentali dell'elettrochimica (spesso viene riportata anche la legge di Nernst) non viene data una spiegazione dettagliata del funzionamento della pila di Volta e di quella al limone o simili.

D'altra parte nel Journal of Chemical Education [3 e 5], una trattazione esauriente viene fornita basandosi sull'equazione di Nernst, sovratensione ed altri concetti che spesso non sono

---

ROBERTO SOLDÀ (\*)

LIVIA MERCATO (\*)

---

proponibili a livello di un corso di base. In questo articolo si propone un esperimento, suddiviso in tre fasi, per guidare gli allievi alla comprensione del funzionamento della pila di Volta, di quella “al limone” e di quella “ad acqua”, senza il ricorso all'equazione di Nernst.

Inoltre si pone in evidenza che, allo scopo di alimentare un orologio, un termometro od un calcolatore digitale utilizzando le pile a bottone, si può benissimo usare come elettrolita, invece di un limone od altro frutto od ortaggio, anche acqua di rubinetto.

È necessario comunque che gli allievi siano in possesso dei requisiti relativi a:

- reazioni reversibili ed equilibrio chimico
- velocità di reazione
- acidi e basi, pH
- ossidazione, riduzione e pile
- potenziali di riduzione standard e loro applicazione.

Questo esperimento può collegarsi adeguatamente con quello proposto in quasi tutti i testi di chimica di base e relativo alle pile, poiché pure in questo caso l'obiettivo principale, anche se non l'unico, è l'allestimento di dispositivi sperimentali idonei a fornire energia elettrica sfruttando reazioni di ossidazione e la misura delle corrispondenti FEM.

Però, allo scopo di comprendere il funzionamento ed i limiti della pila di Volta e di quella al limone, è consigliabile che esse siano proposte alla fine dell'esperimento relativo alle pile o in uno successivo.

Infatti gli studenti devono essere in grado di:

- porre in relazione i risultati sperimentali con le reazioni redox coinvolte nel-

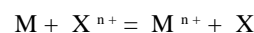
le pile

- individuare le semireazioni di ossidazione e riduzione e cogliere il nesso tra tali semireazioni e l'anodo ed il catodo di una pila

- comprendere l'importanza fondamentale della separazione delle due semireazioni redox e la funzione del ponte salino in una pila

- prevedere, in base al principio di Le Chatelier, la variazione della FEM di una pila al variare delle concentrazioni delle specie implicate nella reazione redox di una pila (assumendo che le concentrazioni siano identificabili con le attività)

Inoltre poiché, in seguito all'esperimento con le pile, i ragazzi di solito ritengono che, per costruire una pila basata su una reazione redox del tipo:



(ove: M = metallo e X = un altro metallo o H),

sia indispensabile anche la presenza iniziale dei prodotti, è necessario sottolineare che tale condizione non è vincolante. È invece assolutamente necessario che M tenda a reagire spontaneamente con  $X^{n+}$ .

### CENNI STORICI E TEORICI

Nel 1799 Alessandro Volta, utilizzando piastrine di rame (o argento) e di zinco e tessuto imbevuto di soluzione salata o acida, costruì il primo dispositivo in grado di produrre corrente elettrica.

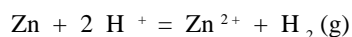
E con tale invenzione il panorama applicativo mutò drasticamente, in quanto si ebbe un rapido sviluppo delle applicazioni dell'elettricità in tutti i settori della vita quotidiana, oltre ad un grande ampliarsi della ricerca scientifica dalla fisica alla chimica ed alla biologia.

Tuttavia la pila di Volta presentava, come noto, diversi inconvenienti dovuti

anche al fatto che i reagenti erano posti a contatto diretto. Diversi furono i tentativi di risolvere tali inconvenienti mediante la separazione dei reagenti e, a tale proposito, soluzioni più o meno efficaci furono proposte da altri ricercatori.

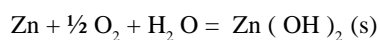
L'esperimento, proposto in questo articolo, è facilmente realizzabile in qualsiasi scuola ed ha lo scopo di fare comprendere:

- che la pila di Volta e le altre simili in ambiente acido hanno in comune la reazione redox:



- che tali pile sono soggette a limitazioni dovute non solo al fenomeno della polarizzazione, ma anche alla circostanza che questa reazione viene realizzata senza separare i reagenti, cioè trasgredendo una delle condizioni fondamentali per evitare il corto circuito interno.

A completamento dell'esperimento viene proposta anche la costruzione della pila ad acqua, evidenziando che in essa la reazione redox in gioco non è quella riportata sopra, bensì la seguente:



e che in questo caso, a differenza di quanto avviene nella pila di Volta ed in quella al limone, non si ha il corto circuito interno, perchè lo Zn, da pH = 7 a pH = 13, reagisce con O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O passivandosi e tale passivazione lo rende inattaccabile ulteriormente [6].

## MATERIALI E PROCEDIMENTO

Per quanto riguarda i materiali necessari, si può fare riferimento a quelli degli esperimenti:

- scambio di elettroni tra ioni in soluzione e metalli
- reazioni redox e pile

In particolare per quanto riguarda lo Zn, si usano le comuni lamine di Zn (reperibili anche presso i lattonieri) usate in tali esperimenti e comunque non Zn di elevato grado di purezza. Inoltre, per le misure di FEM, si deve usare un tester digitale e non un tester analogico, la cui resistenza d'ingresso sarebbe troppo bassa.

Infine per dimostrare che la potenza prodotta da due pile in serie può fare funzionare, per tempi abbastanza lunghi, strumenti che abbiano un assorbimento di corrente < 50 x 10<sup>-6</sup> A, è

Marzo - Aprile 2003

necessario disporre di orologi o termometri o calcolatori con display a cristalli liquidi alimentati da "pile a bottone".

Per il procedimento, si può seguire un itinerario come di seguito indicato od uno analogo.

### Prima fase

Comportamento di Zn e Cu a contatto con una soluzione acquosa di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> con pH compreso fra 2 e 2,5 (pH succo di limone = 2,3 e pH di una soluzione acquosa di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10<sup>-2</sup> N = 2,1)

Questa prima parte dell'esperimento ha lo scopo di preparare gli allievi alla costruzione della pila di Volta ed a "scoprire" il funzionamento di essa e delle altre analoghe. In questa fase i ragazzi si rendono conto che lo Zn, al contrario di Cu, in soluzione **acida** reagisce con gli ioni H<sup>+</sup> sviluppando H<sub>2</sub>.

### Procedimento

Dopo aver pulito con carta vetrata le lamine di Zn e Cu, si pongono a contatto con la soluzione in esame in un becher, come sotto:

- 1) Zn + soluzione acida (pH < 2,5)
- 2) Cu + " " "
- 3) Zn + Cu + " " "
- 4) Zn + acqua potabile con pH ≥ 7

(Se il pH dell'acqua non fosse neutro o alcalino, lo si corregge aggiungendo soluzione diluita di NaOH)

- 5) Cu + " "
  - 6) Zn + Cu + " "
- senza collegare Zn e Cu e si riportano in una tabella le osservazioni relative ad ogni prova.

Le osservazioni relative alle prove 4), 5) e 6) devono essere protratte per almeno mezz'ora e si utilizzano nella terza fase dell'esperimento.

### Domande

- In base alle vostre osservazioni e conoscenze, quale delle seguenti reazioni avviene *spontaneamente* nelle prove 1) e 3)?

- A)  $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$
  - B)  $\text{Cu} + 2 \text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2 (\text{g})$
  - C)  $\text{Cu} + \text{Zn}^{2+} = \text{Cu}^{2+} + \text{Zn}$
  - D)  $\text{Zn} + 2 \text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 (\text{g})$
  - E)  $\text{Zn} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 (\text{s})$
- bianco

- Dopo avere scelto la reazione redox che avviene *spontaneamente*, scrivere le due semireazioni che *formalmente* evidenziano il trasferimento di elettro-

ni dal metallo che si ossida alla specie che si riduce.

È importante che nella discussione relativa a tali prove, oltre a chiarire eventuali incomprensioni, venga commentata in dettaglio ogni reazione ipotetica proposta, sottolineando in particolare che la reazione E) potrebbe avvenire spontaneamente, ma non spiegherebbe lo sviluppo di H<sub>2</sub>.

### Seconda fase

La pila di Volta e l'influenza della variazione delle concentrazioni di Zn<sup>2+</sup> e H<sup>+</sup> sulla FEM della pila:

Zn/soluzione di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> con pH < 2,5/ Cu

È necessario premettere che le misure di tensione, da effettuarsi in questa seconda fase, si possono considerare approssimativamente uguali alle FEM, se si ammette che:

- l'intensità di corrente sia trascurabile
- la velocità di dissoluzione dello Zn sia così piccola da poter essere trascurata [5].

Ciò premesso, questa seconda fase permette agli allievi di "scoprire" che:

- la pila di Volta, quella al limone, ecc., nonostante gli inconvenienti che derivano dalla non separazione delle semireazioni redox, sono dispositivi in grado di fornire energia elettrica,
- applicando il principio di Le Chatelier, la reazione redox in gioco nella pila di Volta (e analoghe) in **ambiente acido** è effettivamente la (D): infatti la FEM diminuisce sia aumentando la [Zn<sup>2+</sup>], sia diminuendo la [H<sup>+</sup>]

- quando la pila di Volta opera a circuito *chiuso* si osserva effettivamente lo sviluppo di H<sub>2</sub> ad entrambi gli elettrodi - al posto della lamina di Cu si può usare anche un altro supporto conduttore, a condizione che sia diverso da Zn e non reagisca con H<sup>+</sup>: infatti il Cu funziona solo come elettrodo ausiliario

### Procedimento

1) Dopo la solita pulizia con carta vetrata, si immergono le lamine di Zn e Cu nella soluzione acquosa di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> contenuta in un becher, si misura la tensione e si annota.

2) Si ripete 1) ma dopo avere aggiunto 5 mL di soluzione acquosa di ZnSO<sub>4</sub> 1 M.

3) Si ripete 1) ma dopo avere aggiunto NaOH 1 M, goccia a goccia, finché la soluzione acquosa assume un pH circa uguale a 6.

4) Si ripete 1) e, collegando i due elet-

trodi con un filo metallico, si osservano i fenomeni agli elettrodi per circa 15 minuti. Quindi si stacca il filo e si misura la FEM confrontandola con quella misurata in 1).

5) Si ripete 1) ma usando, invece della lamina di Cu, un elettrodo di grafite (ricavabile da pile esaurite) oppure una mina di matita.

### Domande

- È possibile affermare che la reazione (D), nella prima domanda della prima fase dell'esperimento, viene realizzata per via elettrochimica nella pila di Volta?

- Avvalendosi del principio di Le Chatelier, interpretare le variazioni della FEM in 2) e 3) rispetto a quella misurata in 1)

- Se  $Zn^{2+}$  non fosse un prodotto e  $H^+$  non fosse un reagente della reazione in gioco nella pila di Volta, quali effetti avrebbero avuto sulla FEM le variazioni di concentrazione di  $Zn^{2+}$  e  $H^+$  apportate rispettivamente in 2) e 3)?

- Quali deduzioni si possono trarre dalla prova in 4)?

- Perché usando un elettrodo di grafite invece della lamina di Cu si ottiene la stessa FEM che in 1)?

È ovvio che nella discussione relativa a questa fase, si devono porre in evidenza gli inconvenienti della pila di Volta, di quella al limone, ecc. rispetto a quella di Daniell ed alle attuali.

### Terza fase

Comportamento di Zn e Cu in acqua potabile con pH neutro o alcalino e la pila "ad acqua".

Nella prima fase gli studenti hanno "scoperto" che anche a pH neutro o alcalino lo Zn reagisce *spontaneamente* (in questo caso lo Zn a contatto con l'acqua si ricopre di una pellicola biancastra) ma non si ha formazione di  $H_2$ .

Il mancato sviluppo di  $H_2$  e la formazione della pellicola biancastra inducono ad ipotizzare che non avvenga la reazione (D), bensì la reazione (E) riportata nella prima domanda della prima fase.

La pila ad acqua sfrutta tale reazione redox.

Per visualizzare inequivocabilmente, nella zona catodica, la formazione di ioni  $OH^-$  dovuti, in questo caso alla

semireazione di riduzione dell' $O_2$  atmosferico, si aggiungono alcune gocce di un indicatore con un opportuno pH di viraggio (ad esempio la fenolftaleina). È interessante notare che la FEM della pila ad acqua è circa 1,06 V, mentre la FEM della pila di Volta, nelle condizioni sperimentali usate in questo esperimento, risulta circa 0,96 V.

### Procedimento

Dopo aver pulito con carta vetrata le lamine di Zn e Cu, si costruisce la pila ad acqua semplicemente ponendo le due lamine in acqua.

Zn / acqua potabile / Cu  
con pH neutro o alcalino

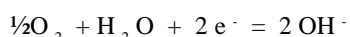
Si misura la tensione fino a che la lettura risulta stabile (circa 10 minuti) e si annota. Aggiungendo quindi alcune gocce di indicatore di pH, si annotano le osservazioni.

Infine, usando come contenitori per l'acqua due becher piccoli o due vasetti di vetro ed immergendo in ognuno due laminette (o fili) di Zn e Cu, si collegano in serie le due pile e si utilizzano al posto della pila a bottone per alimentare un orologio o un contatore o un termometro digitale.

Dopo una settimana, misurare la tensione ed osservare i fenomeni agli elettrodi.

### Domande

- Sapendo che la semireazione di riduzione dell' $O_2$  atmosferico è:



e che la reazione di ossidazione dello Zn è quella nota, scrivere la reazione redox complessiva implicata nella pila ad acqua.

- Perché si forma  $Zn(OH)_2$ ?

- Calcolare le FEM° relative alle reazioni (D) e (E) riportate nella prima domanda relativa alla prima fase dell'esperimento e, in base a tali valori, dire quale delle due reazioni ha maggiore "tendenza ad avvenire" in condizioni standard.

### CONSIDERAZIONI FINALI

In riferimento all'ultima domanda sopra riportata si ritiene opportuno far notare che, introdotti i potenziali

standard, sarebbe interessante approfondire gli aspetti termodinamici e cinetici relativi alle due reazioni (D) e (E) sopra citate.

Ciò è possibile in quanto, come è noto, una previsione riferita allo stato standard è applicabile anche a condizioni differenti da quelle standard, se la FEM° di una reazione chimica è maggiore di almeno 0,2 V - 0,3 V (sia negativo che positivo).

Facendo osservare che in condizioni standard a pH = 0, si ha:

per la (D):  $FEM^\circ = 0 - (-0,76) = +0,76V$   
per la (E):  $FEM^\circ = 1,23 - (-0,76) = +1,99V$

si potrebbe spiegare che la (E), cioè l'ossidazione dello Zn con riduzione dell' $O_2$ , sarebbe favorita termodinamicamente rispetto alla (D) **anche in ambiente acido**. Tuttavia dagli esperimenti risulta che in soluzione acida si nota sviluppo di  $H_2$  e che tale sviluppo si annulla o quasi, solo se la soluzione passa da acida a neutra.

### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano per la preziosa collaborazione i periti tecnici:

Sig. **Bartolomeo Di Lorenzo**, Sig. **Pietro De Rosa** e Sig. **Raffaele Adornato**.

Si ringraziano inoltre la prof. **Laura Del Giudice** ed il prof. **Ermanno Niccoli** per alcune utili osservazioni e l'interesse dimostrato per questo lavoro.

Infine un ringraziamento è dovuto anche ai **Revisori** e al prof. **Paolo Mirone** per i suggerimenti e consigli che hanno contribuito al miglioramento di questo articolo.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] J. D. Worley, J. Fournier, *J. Chem. Educ.*, **65**, 158, (1988)
- [2] T. M. Letcher, A. W. Sonemann, *J. Chem. Educ.*, **69**, 157, (1992)
- [3] P. B. Kelter, J. D. Carr, T. Johnson, C. M. Castro - Acuna, *J. Chem. Educ.*, **73**, 1123, (1996)
- [4] D. J. Swartling, C. Morgan, *J. Chem. Educ.*, **75**, 181, (1998)
- [5] J. Goodisman, *J. Chem. Educ.*, **78**, 516, (2001)
- [6] G. Charlot, *Analisi Chimica Qualitativa*, Piccin Editore, Padova, 1977



## La riforma e i fichi secchi

Ogni stagione periodicamente ritorna, compresa la stagione delle riforme scolastiche e, come è d'uso, ad ogni avviamento delle stagioni si cambiano gli abiti. Ma credetemi, non è piacevole per me che mi ritrovo ancora una volta a vestire i panni di Cassandra.

Le riforme scolastiche in Italia si fanno e si disfanno senza che si abbia avuto il bene di valutarne gli effetti, di capirne le ragioni o addirittura prima ancora che si sia cominciato a realizzarle, nonostante che fossero state approvate dal Parlamento, come è successo per la riforma promossa da Berlinguer.

Chi per decenni ha seguito queste vicende, compresa l'attuazione degli organi collegiali e delle sperimentazioni, guarda alle nuove proposte a dir poco con scetticismo.

Le riforme vere dovrebbero contemplare svariati aspetti interdipendenti tra loro:

- i cambiamenti strutturali riguardanti la scansione dei differenti periodi;
- l'età di accesso alla scuola, i meccanismi di orientamento e di selezione;
- l'enunciato delle scelte culturali, pedagogiche e didattiche;
- la stesura dei nuovi programmi;
- l'adeguamento o la riconversione professionale dei docenti che devono concretamente realizzare la riforma.

Esistono inoltre alcune procedure importanti che rischiano di essere omesse, sottaciute o addirittura dissimulate, tra queste:

- la predisposizione delle risorse finanziarie e materiali necessarie alla riforma;
- l'enunciazione delle intenzioni politiche che hanno ispirato la riforma;
- la predisposizione di esperienze pilota che permettano di verificare i problemi in fase applicativa e quindi di collaudare il progetto;
- la discussione e la contrattazione della riforma con la classe docente.

L'ultimo è un punto particolarmente delicato, non si capisce bene infatti con quale convincimento i docenti realizzeranno la riforma o per quale motivo dovrebbero sobbarcarsi un lavoro supplementare senza adeguato compenso.

Anche il primo punto è ovviamente preclusivo: le riforme sono come le nozze cioè non si fanno con i fichi secchi.

Il buon senso suggerirebbe anche di ottimizzare l'uso delle risorse già presenti sul campo. Molte attrezzature, anche costose, si trovano ad esempio negli attuali Istituti Tecnici e potrebbero essere proficuamente utilizzate da differenti tipi di scuole.

Facciamo un esempio per farci capire, magari dai nostri dirigenti politici: degli studenti di un Liceo Classico studiano la storia della filosofia e, si spera, anche filosofia della scienza, Popper e Kuhn compresi. Essi in accordo con il loro insegnante di filosofia decidono di svolgere una piccola ricerca sperimentale sotto la guida di docenti esperti dell'Istituto Tecnico della loro città; il lavoro è teso a osservare da vicino i meccanismi della ricerca scientifica, della formulazione di ipotesi esplicative e della verifica sperimentale e di trarre certe conclusioni sul piano epistemologico.....

Di simili sogni nelle proposte ministeriali non c'è traccia, anzi la sensazione è che ancora una volta la dicotomia tra cultura umanistica e cultura scientifica si andrà approfondendo. Un tempo la cultura scientifica in certi ambienti si identificava con la cultura matematica ora sembra che ci si orienti verso l'informatica.

Anni di discussioni sul senso della nostra cultura, sull'apertura alle culture altrui, sulla globalizzazione e l'evoluzione della cultura mondiale vengono cestinate, o almeno così sembra, con un brusco ritorno al passato.

Io continuo tenacemente a sperare che i fatti mi smentiscano, d'altro canto una Cassandra che spera di essere smentita dai fatti è cosa del tutto normale e profetizzare le sventure è tutto sommato spiacevole.

Per il momento non riesco a cacciare una fastidiosa sensazione di *dejà vu*, si tratterebbe di un *dejà vu* che risale addirittura agli anni sessanta! Ma ripeto, se nella fase attuativa verrò smentito ne sarò felice.

Dobbiamo anche ammettere che nell'ultimo trentennio la classe docente non



ha dato una grande prova di sé e ad ogni tentativo di cambiamento abbiamo registrato pregiudizi, coriacee resistenze corporative, preclusioni culturali incredibili, magari il tutto servito in salsa sindacale.

Attualmente debbo dire, che è in atto un eroico tentativo di riscattare culturalmente la categoria. Parlo delle attività delle Commissioni Curricoli nostra e delle altre associazioni, delle vere e proprie élites di docenti che, facendo lo slalom tra le proposte di riforma e passando pazientemente sotto le forche caudine delle disposizioni ministeriali, cercano di salvare il salvabile in tema di contenuti dell'insegnamento.

Noi tutti ci auguriamo che "operando dall'interno" questi valenti colleghi riescano a salvare la cultura scientifica ed a disseminare un poco di cultura psicopedagogica, sempre nella speranza che in futuro gli insegnanti sappiano coltivarne i germogli.

Se così non fosse si ripeterà il solito copione. I docenti riceveranno i nuovi programmi o le nuove linee guida o l'elenco degli obiettivi o, ancora, l'elenco delle abilità e delle competenze ed immediatamente si metteranno all'opera per ottenere il massimo risultato con la minima fatica.

Le nuove indicazioni ministeriali verranno lette in filigrana per individuare come e dove collocare le lezioni di sempre e per capire in quale misura sarà possibile utilizzare i metodi di verifica messi a punto da loro stessi in tanti anni di solitaria ricerca.

Nessuno controllerà, nessuno ispezionerà e verrà così dimostrato come sia possibile fare le riforme con i fichi secchi. D'altro canto lo sappiamo tutti: i fichi secchi sono molto energetici.

## Periodici on line

### Riassunto

Da questa puntata inizia una rassegna di risorse sulla chimica presenti in rete. Vengono forniti alcuni indirizzi di periodici disponibili, gratuitamente e non, in edizione elettronica.

### Abstract

Begins a review of chemistry resources available online. Some journals addresses, available free of charge or not, are supplied.

In questa puntata tratterò la letteratura chimica on line che non è alla lettera un sistema di ricerca in rete, piuttosto una risorsa molto specialistica, nel bene e nel male. La rassegna dei principali sistemi di ricerca in rete può infatti ormai dirsi terminata e mi sembra più utile per i lettori iniziare una serie di segnalazioni di risorse in rete piuttosto che intestarmi a presentare sistemi di ricerca che ritengo poco utili per puntiglio di completezza. La letteratura chimica, come tutti sappiamo, è sterminata e quasi tutte le principali testate hanno una versione su Web (spesso la pubblicazione on line precede addirittura di qualche settimana l'uscita cartacea); l'elenco che segue non ha dunque nessuna pretesa di completezza. La maggior parte delle testate sono purtroppo (e naturalmente) a pagamento: consentono liberamente di effettuare una ricerca interna, solitamente molto versatile, e di consultare l'abstract, ma richiedono un abbonamento per consentire la visione dell'intero articolo. Queste riviste vengono comunque presentate qui perché la ricerca in rete è sicuramente molto più rapida di quella tradizionale e soprattutto permette l'esame di un numero sterminato di titoli, più di quelli che qualsiasi singola biblioteca può possedere; se la lettura di qualche riassunto dovesse stuzzicare la curiosità del navigante questi potrà agevolmente reperire l'intero articolo.

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

---

FRANCESCA TURCO\*

---

Per scoprire in quali strutture è conservata la rivista di interesse si consulti la pagina del catalogo italiano dei periodici all'indirizzo:

<http://acnp.cib.unibo.it/cgi-ser/start/it/cnr/fp.html> si trova la maschera di ricerca in cui va inserito il titolo del periodico, selezionando poi 'Biblioteche' si avrà l'elenco di quelle che possiedono la rivista. Se questa non è presente in nessuna delle biblioteche della propria città si selezionano invece 'Doc delivery' e si avrà l'elenco delle biblioteche italiane che possiedono la rivista e che partecipano al sistema di fornitura dei documenti a distanza. Molte di queste offrono il servizio esclusivamente ad altre biblioteche, per cui è necessario far riferimento ad una struttura nella propria città che aderisca al circuito (per averne l'elenco selezionare 'Biblioteche', dallo stesso indirizzo, e riempire il campo "Località"); solo poche forniscono i documenti richiesti anche ai privati e in genere a pagamento.

### Accesso a pagamento

Fra le case editrici che presentano le proprie testate in rete esclusivamente agli abbonati sono da citare per lo meno RSC, Elsevier, ACS e Wiley. Il sito della Royal Society of Chemistry si trova all'indirizzo: <http://www.rsc.org/>. Selezionando da 'Journals' l'opzione 'Current titles' si ottiene l'elenco delle testate del gruppo (fra le quali, ad esempio *Education in Chemistry*), selezionando invece 'E-services' e poi 'Search RCS Online Journals' si arriva alla maschera di interrogazione per effettuare una ricerca su tutte le testate del gruppo. È possibile effettuare la ricerca per testata, anno, numero, autore, parole nel titolo e altre opzioni.

Degli articoli evidenziati si può leggere gratuitamente il riassunto, la visione del testo completo è invece a paga-



disegno di Kevin Pease

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

mento ma non è necessario sottoscrivere un abbonamento, si può anche richiedere un unico articolo (Pay per view).

All'indirizzo:

<http://www.sciencedirect.com/> si trova la libreria digitale della Elsevier, con un elenco di 1700 titoli disponibili. Per effettuare la ricerca nelle riviste Elsevier si utilizzi il motore di ricerca Scirus, descritto in una delle precedenti,[1] puntate selezionando nella pagina della ricerca avanzata 'Sciencedirect' in "Content sources". La visione degli articoli è riservata agli abbonati, per un'eventuale consultazione occorre far riferimento ad una biblioteca come spiegato sopra.

L'American Chemical Society permette ai non abbonati di effettuare una ricerca molto versatile (cercare un certo numero di una certa rivista o effettuare una ricerca per autore e/o titolo eventualmente limitata ad una testata o ad un argomento). Per arrivare alla maschera di interrogazione si selezionano 'Search the journals' dalla home page (<http://pubs.acs.org/>). Anche in questo caso è possibile acquistare un singolo articolo ma il prezzo (\$ 25) suggerisce la ricerca via biblioteca.

La Wiley, che ha il suo sito all'indirizzo:

<http://www3.interscience.wiley.com>, permette la visione degli articoli esclusivamente agli abbonati. Per la lista delle testate si selezionano 'Journal finder' e poi 'Chemistry', per effettuare una ricerca 'Search Wiley interscience'.

Credo che tutti i lettori conoscano la pagina che presenta i giornali della SCI (<http://www.sci.uniba.it/giornali.htm>) che cito anche se genererà un buffo rimpallo, perché sarebbe una curiosa mancanza il trascurarla. I tre principa-

li periodici presentati, quelli nati dalla fusione di diverse testate europee, sono anch'essi a pagamento; fra i rimanenti sono da segnalare *CnS* e *La chimica e l'industria* che permettono la lettura integrale di alcuni articoli.

#### Accesso libero

Completamente libera è invece la visione degli articoli di *HYLE*, la prestigiosa rivista di filosofia della chimica. Dalla home page (<http://www.hyle.org/index.html>) si può effettuare la ricerca per volume, per l'interrogazione per parole chiave si selezioni 'Search'.

Qualche parola in più merita una preziosa risorsa: JSTOR è un'organizzazione "not-for-profit" che ha per obiettivo la costruzione di un archivio virtuale il più possibile ampio, per per-

mettere un libero e ampio accesso a risorse specialistiche e preservare dall'usura i volumi storici. Nella lunga lista di editori (che comprende istituzioni, associazioni e società) che hanno aderito al progetto non compaiono purtroppo titolari di riviste di chimica, ma nella sezione "General science" è presente l'intera collezione di *Science* fino al 1997. Altri dati interessanti sono la presenza di ben sette titoli nella sezione "History of Science" e di sei in "Education". Per avere l'elenco delle riviste disponibili suddivise per argomenti si selezioni 'Browse' dalla home page (<http://www.jstor.org/>), per effettuare una ricerca (non solo versatile, ma anche intelligente nella scelta delle opzioni disponibili) si selezioni invece 'Search'. Non lo descrivo oltre perché il sito è "navigabile" molto facilmente

ed una visita è caldamente consigliata. Propongo infine un elenco più ampio di quello fornito qui, anche se l'aggiornamento è fermo al maggio '99 e quindi alcuni collegamenti non sono più attivi o non corrispondono più alla categoria in cui sono presentati. All'indirizzo <http://chin.icm.ac.cn/e-jour/free-j.htm> si trova un elenco di 48 titoli di riviste completamente gratuite, che aumenta a 200 voci includendo quelle che permettono esclusivamente di effettuare una ricerca e/o leggere solo alcuni articoli e giunge a 312 voci se ci si accontenta di consultare gli abstract.

#### Bibliografia

[1] F. Turco "Primo passo: i motori di ricerca", *CnS*, **XXIV**, 2 (2002), pp. 67-69.

---

## Agli Insegnanti Soci e non

È mio impegno facilitare in tutti i modi possibili la partecipazione dei soci della Divisione di Didattica della SCI al Congresso di Torino (22 - 27 giugno 2003). La nostra presenza accanto ai soci delle altre Divisioni deve infatti stimolare un'azione comune per la rivalutazione della Didattica Chimica in un delicato momento per l'immagine della disciplina e per il maggiore coinvolgimento e impegno che ne deriva per i docenti delle scuole.

### SIAMO ORA IN GRADO DI RENDERE MENO COSTOSA LA PARTECIPAZIONE AL CONGRESSO ANCHE PER I DOCENTI DELLE SCUOLE SECONDARIE NON ANCORA SOCI DELLA SCI.

Essi potranno iscriversi alla SCI (Divisione di Didattica) all'atto della iscrizione al congresso, pagando il canone annuale di iscrizione alla SCI che è di 40,00 •. In pari tempo potranno quindi iscriversi al congresso pagando la quota dei soci SCI che è di 100,00 •. **Di questa quota la metà (50,00 •) sarà loro rimborsata dalla Divisione di Didattica come già deciso per i soci della Divisione stessa.** Se gli interessati a queste condizioni di iscrizione segneranno la loro intenzione PRIMA dell'apertura del Congresso saranno inclusi nella lista ufficiale dei partecipanti nel volume degli atti.

#### Il Presidente

**Prof. Giacomo Costa**

**L'iscrizione al Congresso per i soli Insegnanti Soci e non può avvenire direttamente a Torino, previa segnalazione all'indirizzo e-mail (sotto riportato) della loro intenzione, che viene considerata impegnativa per questioni organizzative, come chiarito in precedenza.**

**[rosarina.carpignano@unito.it](mailto:rosarina.carpignano@unito.it)**

## COMUNICATO DEL PRESIDENTE DELLA SCI

### Cari Amici

È consuetudine consolidata che nel 2° anno di ogni triennio di Presidenza abbia luogo un Congresso Nazionale dell'intera Società Chimica Italiana. Questa è un'occasione unica perché tutta la Società si incontra unitariamente per dibattere i problemi di più pressante attualità e per dare all'esterno un segno tangibile del ruolo che la Società Chimica Italiana svolge a livello Nazionale.

Ovviamente l'organizzazione di un convegno con più di mille partecipanti richiede un particolare sforzo organizzativo che limita sia la possibilità di scelta del luogo dove tenere il Congresso che le possibili date. Come già sapete per il prossimo Congresso Na-

zionale la sede sarà Torino e la data 22 - 27 Giugno p.v.. Mi rendo conto che questo periodo non è certamente quello ideale per gli operatori scolastici dal momento che esso si sovrappone agli esami di maturità, però, credetemi, è stato l'unico periodo per il quale abbiamo avuto la disponibilità di circa 15 aule universitarie con capienza fino ad 800 posti e tutte a distanza percorribile a piedi entro pochi minuti unitamente ad una buona ricezione alberghiera.

Mi auguro vivamente che gli eventuali inconvenienti attribuibili alla scelta della sede e del periodo del Congresso vengano ampiamente compensati dalla qualità. È già assicurata la partecipazione di tre premi Nobel: John B. Fenn (Nobel per la Chimica 2002), Louis J. Ignarro (Nobel per la Medicina 1998), Jean M. Lehn (Nobel per la Chimica 1987) e l'esibizione di una

mostra dedicata a Linus Pauling (premio Nobel per la Chimica 1954 e premio Nobel per la Pace 1962).

Pertanto, anche a costo di qualche sacrificio vi aspetto numerosi al prossimo Congresso di Torino.

Con i più cordiali Saluti

### Prof. Giovanni Natile

Dipartimento Farmaco-Chimico  
via E. Orabona 4

I-70125 Bari (Italy)

Tel: ++39 080 544 2774

Fax: ++39 080 544 2230

E-mail: natile@farmchim.uniba.it

*Il direttivo della Divisione ringrazia il Presidente Natile per la sua comprensione e proseguirà i suoi sforzi per assicurare ai soci della Divisione facilitazioni particolari per la loro partecipazione al Congresso.*

## Lettere di Protesta inviate al Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e al Ministro della Salute

Al Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Al Ministro della Salute

### LETTERA APERTA

La lettera che il Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e il Ministro della Salute hanno inviato ai ragazzi delle scuole d'Italia, lodevolmente conferma la preoccupazione, sentita al massimo livello di responsabilità istituzionale per la scuola e per la salute, in relazione ai gravi rischi che i giovani stanno correndo, in mancanza di una adeguata informazione sui temi che riguardano alimentazione, sessualità, dipendenze del doping e simili minacce allo sviluppo delle loro potenzialità fisiche e psichiche.

Stona in modo stridente con queste corrette premesse la forma e il contenuto del fascicoletto che accompagna la lettera ministeriale. È un'offesa alla ragione chiamarlo "guida", per l'assenza di equilibrio e obiettività nelle argomentazioni. L'impostazione polemica contravviene ai più elementari criteri pedagogici e didattici cedendo ad esagerazioni e a fuorvianti errori nella pretesa di esporre "fatti, misfatti e incubi e testimonianze". In luogo delle informazioni chiare, corrette e preci-

## LA TRAPOLA CHIMICA

se annunciate nella lettera ministeriale, si trovano attacchi diffamanti. Già il titolo: "La trappola chimica" seguito da: "Chimica! qualcuno gioca a dadi con la morte", che accompagna la vignetta di un chimico, intento ad un diabolico lavoro, è una gravissima ingiustificata offesa rivolta ad una fondamentale disciplina scientifica, ai suoi scienziati e ai suoi cultori. Le discipline scientifiche, si dovrebbe saperlo quando si hanno pretese di guida intellettuale, sono categorie organizzatrici del sapere scientifico, e non sono certo responsabili del suo uso. Le conoscenze scientifiche accumulate dalla chimica sono indispensabili per la comprensione di ogni fenomeno naturale compreso il funzionamento del nostro corpo. È la ricerca chimica che ha portato anche alla scoperta e alla sintesi dei farmaci. Sono invece le tecnologie quelle provvedono allo sviluppo dei procedimenti di produzione e dei prodotti. Queste tecnologie sono impiegate quindi nella sintesi delle droghe che possono essere impiegate in medicina ma che possono anche essere vendute per scopi illeciti, dando assuefazione e seri danni psichici e fisici. Se gli aspetti illegali di questa tecnologia sono una "trappola chimica", allora, con la stessa distorta ottica, bisogna includere altre trappole come la mala sanità, l'industria inquinante, qualche biotecnologia, e persino l'uso

di internet. Non è ammissibile che i giovani, che dovranno affrontare nella loro vita le scelte di un'etica della professione siano indotti a visioni manichee e all'avversione alla scienza, proprio nel momento in cui il Paese ha bisogno di menti libere e aperte al progresso.

È quindi nell'interesse della scuola, della sua obiettività e serena imparzialità oltre che nell'interesse delle scienze chimiche, gravemente compromesso da questa pubblicazione, che ne chiediamo l'immediato ritiro dalla circolazione nelle scuole e la sua sostituzione con una documentazione, quale promessa dalla lettera ministeriale, su "fatti, misfatti e incubi e testimonianze". Siamo quindi a disposizione per fornire dati scientifici e approcci didattici per una corretta informazione.

Il Presidente della Divisione

**Prof. Giacomo Costa**

## Ai Soci della Società Chimica Italiana

A nome del Presidente e del Comitato Esecutivo della Società, rendiamo noto che il problema in oggetto è stato affrontato e discusso nell'ultimo Consiglio Centrale del 6 marzo scorso. In seguito alle deliberazioni assunte in tale sede si è già proceduto, per ora, inviando una lettera di protesta e richiedendo un incontro urgente con il Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. Tale richiesta è attualmente all'esame della Segreteria del Ministro

e confidiamo che venga presto accolta. Riteniamo che, come evidenziato peraltro nelle comunicazioni di alcuni Soci personalmente e tramite SCI List, il "vulnus" sia evidente, ed è più che opportuno che gli Organi Direttivi della Società seguano la questione molto da vicino.

Cordialmente,

**Prof. Domenico Spinelli** - Past President della SCI

**Prof. Francesco De Angelis** - Vice Presidente della SCI

## **Per conoscenza ai Soci da parte del Presidente della SCI Prof. G. Natile**

Al Ministro dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca

On.le Letizia Moratti  
Piazza J.F. Kennedy, 20  
00144 Roma

Al Ministro della Salute  
On.le Girolamo Sirchia  
Viale dell'Industria, 20  
00144 Roma

Il Consiglio Nazionale dei Chimici e la Società Chimica Italiana, in rappresentanza della quasi totalità dei chimici italiani, presa visione dell'incredibile contenuto di uno dei fascicoli del progetto "Missione Salute" (pubblicazione edita dai Ministeri retti dalle SS.LL. ed indirizzata agli studenti delle scuole italiane), manifestano alle SS.LL. il più vivo disappunto e la più ferma protesta per il danno arrecato dagli inconsulti estensori alla verità scientifica, alla professione di chimico e, in prospettiva, all'economia del Paese.

Già nel nome del fascicolo, La Trappola Chimica, come nel contenuto (si vedano le pagine 14, 15, 21 e 31) emerge un'immagine negativa, distorta e falsa della Chimica, fosse anche solo a causa di un inadeguato ed improprio uso della parola "chimica". Vale la pena, forse, di sottolineare che uno degli altri fascicoli è correttamente intitolato Virus e non già, ad esempio, Biologia Letale!

Il fatto è gravissimo dal momento che

questa pubblicazione, nell'ambito di un'iniziativa senz'ombra di dubbio lo-devole e necessaria, fornisce ai giovani allievi delle nostre scuole un impressionante quadro negativo, e soprattutto falso, della Chimica. Non crediamo sia difficile immaginare che molti, troppi, studenti identifichino il loro docente di Scienze o di Chimica nel sinistro figura, disegnato appunto a pagina 14, che opera in una sorta di laboratorio (in un mix di chimica e sporcizia) ed indossa una specie di camice: è dunque un chimico! Ci sembra per di più impossibile che gli esperti dei Ministeri, citati a pagina 2, abbiano classificato questo squallido personaggio come Drug Designer in quanto questa definizione, a livello scientifico internazionale, indica chi studia e progetta nuovi farmaci. Marginalmente osserviamo che pare difficilmente sostenibile quanto affermato a pagina 25 del fascicolo Mangi? Non mangi? in relazione alla diversa efficacia della vitamina C di sintesi rispetto a quella naturale! Vogliamo infine sottolineare che l'opuscolo, per le parti da noi segnalate riguardanti la Chimica, non solo non risponde all'esigenza, richiamata nella lettera di accompagnamento del progetto firmata dalla SS.LL., di fornire "informazioni chiare, corrette e precise" agli studenti, ma contrasta anche con le Linee Guida per la Politica Scientifica e Tecnologica del Governo Italiano pubblicate il 19 aprile 2002. A pagina 33 delle Linee Guida è ampiamente sottolineata l'importanza della corretta informazione scientifica per lo sviluppo non solo culturale ma anche civile e democratico della nazione. A nostro avviso i contenuti dell'opuscolo, contrariamente alle intenzioni, contribuiscono ad alimentare quell'atteggiamento antiscientifico che sembra impadronirsi di sempre più larghi strati della nostra società.

Il Ministro dell'Istruzione sostiene da qualche anno che il "saper fare" sia un importante obiettivo dell'insegnamento della scuola italiana. Non vi è "saper fare" in campo scientifico senza una seria attività di esercitazione pratica di laboratorio e senza l'acquisizione del

"saper" che lo sostanzia.

Per contro il Ministro dell'Istruzione continua a perseguire la politica di comprimere l'insegnamento della chimica nelle scuole di ogni ordine e grado, affidandolo, inoltre, a personale che non ha la specifica preparazione e perfino abolendo la figura degli Insegnanti Tecnico Pratici, rendendo di fatto aleatoria ogni attività di laboratorio. Desta allarme infine la notizia secondo la quale il Ministro dell'Istruzione intenderebbe procedere, nella scuola secondaria superiore, all'assimilazione in una unica graduatoria delle varie discipline di area scientifica. In tal modo il sapere scientifico sarà trasmesso da personale docente che non possiede alcuna preparazione specifica in molti dei settori del sapere che è chiamato ad insegnare.

Appare evidente che non vi può essere trasmissione del sapere scientifico senza possedere specifiche conoscenze ed esperienze nelle singole discipline. Tale scelta condanna gli studenti italiani alla dequalificazione, pone i presupposti per la trasmissione di pericolosi "miti negativi" anziché verità scientifiche ed avrà certamente gravi ripercussioni sulle scelte professionali dei giovani, distogliendoli dalla scelta di una scienza ed una professione di cui il Paese ha assoluto bisogno per gestire lo sviluppo sostenibile.

Per tutto quanto qui esposto il Consiglio Nazionale dei Chimici e la Società Chimica Italiana invitano fermamente le SS.LL. a sospendere al più presto la distribuzione del citato manuale agli studenti, chiedendo nel contempo un tempestivo incontro con le SS.LL. per porre rimedio a quanto denunciato e ciò nello spirito di collaborazione tra Amministrazioni ed Associazioni professionali e culturali.

Facciamo presente che in caso di mancato o negativo riscontro, le nostre Associazioni dovranno porre in atto nelle sedi opportune ogni iniziativa a tutela della dignità di coloro che della Scienza Chimica sono cultori ed operatori.

**Consiglio Nazionale dei Chimici  
Società Chimica Italiana**



<b>AIF</b> Associazione per l'Insegnamento della Fisica	<b>ANISN</b> Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali	<b>DD-SCI</b> Divisione Didattica Società Chimica Italiana
---	---	--

Soggetti qualificati per la formazione del personale della scuola secondo il D.M. 177/2000

## **PROPOSTA FORMATIVA PER LA DIDATTICA DELLE SCIENZE NEL CICLO PRIMARIO**

**14-19 luglio 2003**  
Assergi (L'Aquila)

### **PREMESSA**

In seguito alla stipula (01/07/2002) del Protocollo d'intesa tra la Direzione Generale dell'Ufficio Scolastico Regionale della Lombardia e le Associazioni Disciplinari, AIF, ANISN e DD/SCI, sono stati progettati tre corsi di aggiornamento e formazione in servizio dedicati agli insegnanti di Scienze MCFN della scuola media. Questi corsi, finanziati in toto dall'Ufficio Scolastico Regionale, sono stati realizzati a Varese, Milano e Mantova.

Il grado di apprezzamento tra i colleghi è risultato incoraggiante ed elevata è l'aspettativa di ricaduta reale nella scuola; di conseguenza AIF, ANISN e DD-SCI lavoreranno per la diffusione di iniziative analoghe nelle altre regioni. I Direttivi delle tre Associazioni considerano opportuno, per un reale miglioramento globale della proposta formativa, un intervento di supporto all'insegnamento delle discipline sperimentali nel ciclo primario: è stata quindi decisa l'attivazione di una Scuola Estiva riservata ai soci per ottimizzare e integrare l'esperienza lombarda, estendendola a tutto il territorio nazionale. Per conferire alla scuola Estiva una maggiore autorevolezza ed ufficialità è stata richiesta la collaborazione del MIUR, anche allo scopo di ottenere la massima attenzione da parte delle Direzioni Scolastiche Regionali.

### **Titolo:**

#### ***Fare scienze nel ciclo primario***

Seminario di aggiornamento e produzione per docenti della scuola dell'autonomia, dalla scuola dell'infanzia alla scuola secondaria di primo grado.

### **Finalità**

Il corso costituisce un modello di aggiornamento e di **formazione di formatori**. Gruppi di insegnanti, sotto la guida di esperti e di coordinatori, lavoreranno per condividere e migliorare le proprie competenze didattiche e disciplinari in un progetto di formazione e supporto alle scienze nel ciclo primario.

Il corso favorisce il coinvolgimento e la motivazione: sono insegnanti motivati saranno in grado di motivare altri insegnanti. Il corso si propone di offrire, attraverso la presentazione di esperienze e di percorsi già consolidati, materiale utile per impostare e progettare percorsi didattici caratterizzati da un continuo contatto con il mondo circostante. Per raggiungere questo obiettivo è indispensabile l'apporto comune delle discipline scientifiche, ciascuna contraddistinta dalle proprie caratteristiche e dalle proprie metodologie, ma tutte accomunate nell'obiettivo della conoscenza razionale.

### **Obiettivi:**

Informativi

Formativi

- Imparare a far uso di strumenti semplici, di basso costo e in certi casi autocostruiti.
- Imparare a porre attenzione alla "scienza del mondo reale", indubbiamente più motivante per gli allievi in quanto più vicina alla loro esperienza.
- Acquisire la capacità di utilizzare non solo il laboratorio strutturato, ma anche il laboratorio "all'aria aperta".
- Sperimentare percorsi didattici verticali e "integrati".

### **Struttura**

- Lezioni e proposte didattiche da parte di esperti.
- Lavoro di gruppo in laboratorio e sul campo.
- Organizzazione di attività trasferibili nella didattica, in grado di ottimizzare la proposta formativa.



### Verifiche e Valutazioni

Verrà proposto un questionario finale riguardante gradimento, metodologia, organizzazione, consapevolezza dei risultati raggiunti.

Alla fine del corso i colleghi che desiderano ottenere una certificazione dovranno sottoporre il proprio lavoro a una commissione di referee.

**Direttore** Eleonora Aquilini

### Comitato scientifico

**Giacomo Costa** – Presidente DD/SCI

**Vincenzo Terreni** – Presidente ANISN

**Riccardo Govoni** – Presidente AIF

### Relatori e Coordinatori

Docenti universitari e di scuola secondaria, impegnati in attività di ricerca e di sviluppo degli argomenti del corso.

### Il corso è gratuito.

La partecipazione, per questioni date dall'impronta eminentemente sperimentale è stata limitata a 30 colleghi. Sono a carico del corsista le spese di viaggio e di soggiorno (50,00 • al giorno per la pensione completa).

## Domanda di partecipazione

Al Direttore del Corso  
Fare scienze nel ciclo primario  
c/o e-mail: ele.aquilini@tin.it

\_\_\_ sottoscritt \_\_\_

Cognome e Nome \_\_\_\_\_

Residenza \_\_\_\_\_ via \_\_\_\_\_ C.A.P. \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

Scuola di servizio \_\_\_\_\_

di \_\_\_\_\_ via \_\_\_\_\_

Laurea \_\_\_\_\_ Abilitazione(i) \_\_\_\_\_

Numero anni di insegnamento \_\_\_\_\_

iscritto a  AIF  ANISN  DD/SCI

Esperienza di collaborazione a corsi d'aggiornamento e formazione

- come direttore
- come docente formatore
- come coordinatore
- come consulente scientifico
- come organizzatore

### Chiede

**di poter partecipare al corso in oggetto**

Data \_\_\_\_\_

firma \_\_\_\_\_

---

Essendo il corso basato su un'intensa attività di laboratorio il numero massimo di frequentanti è fissato a 30.

Termine di presentazione delle domande: 15 maggio 2003

Comunicazione di accettazione entro il 30 maggio 2003, in questo caso verrà richiesto il versamento di 50,00 • come caparra.

## PREMI NOBEL SCI 2003

### John B. Fenn

Premio Nobel 2002 per la Chimica, con la motivazione:

**“Per lo sviluppo di metodi per l'identificazione e le analisi della struttura delle macromolecole biologiche”.**

Nato a New York City nel 1917, ed è cittadino americano. Ha conseguito il dottorato in chimica nel 1940 ed è professore emerito della Yale University dal 1987. Dal 1994 è professore ricercatore presso la Virginia Commonwealth University di Richmond, in Virginia (Usa).

Fenn, che lavora alla Virginia Commonwealth University di Richmond, e Tanaka, della Shimadzu Corporation di Kyoto, si dividono la prima metà del premio per aver sviluppato nuovi metodi di spettrometria di massa, la tecnica che consente di identificare la struttura di un composto sconosciuto, individuandone le proprietà chimiche anche se si dispone solamente di quantità microscopiche della sostanza. Usata in una gamma di settori che va dalla ricerca di nuovi principi attivi a scopo terapeutico alla diagnosi precoce dei tumori fino allo studio delle molecole biologiche trovate nello spazio su meteoriti e frammenti di cometa, la spettrometria di massa ha portato ad alcune scoperte fondamentali nel corso di tutto il Novecento, alcune delle quali (come la scoperta del deuterio) premiate con il Nobel. Il merito dei vincitori di oggi è di aver sviluppato nuove tecniche di analisi che hanno permesso di applicare la spettrometria di massa a molecole grandi, come le proteine: facendo sì, come scrive l'Accademia di Svezia nella motivazione del premio, che la biochimica si trasformasse nella “big science” del nostro tempo.

Grazie agli studi di Fenn (che ha sviluppato il cosiddetto “elettrospray”) e di Tanaka (che, a 32 anni appena, ha dimostrato l'applicabilità della tecnologia laser alle macromolecole) oggi gli scienziati dispongono di un modo veloce e poco costoso per “vedere” le proteine e contemporaneamente sapere come funzionano dentro le cellule. Si apre così il nuovo campo della proteomica, lo studio della strutture e delle funzioni di tutte le proteine espresse dal patrimonio genetico di un organismo, una linea di ricerca che rappre-

senta la nuova frontiera della biologia molecolare. Fortemente stimolata dai progetti di mappatura dei genomi come quello che ha riguardato il DNA umano, la proteomica consentirà, in pratica, di capire cosa fanno, e come, le proteine, con possibili ricadute terapeutiche che sembrano prefigurare una futura medicina completamente diversa da quella che abbiamo conosciuto fino ad ora.

### Jean-Marie Lehn

Premio Nobel per la Chimica 1987  
Jean-Marie Lehn è nato nel 1939 a Rosheim, in Francia. Si laurea nel 1960 in Chimica organica all'Università di Strasburgo, dove si era iscritto per studiare filosofia. Per tre anni svolge attività di ricerca al CNRS. Nel 1963 consegue il Ph.D. e l'anno successivo lavora nel laboratorio diretto da Robert Burns Woodward alla Harvard University, dove partecipa alla sintesi totale della vitamina B12. Tornato a Strasburgo, comincia a lavorare su temi alla frontiera fra chimica organica e fisica, interessandosi in seguito anche ai fenomeni biologici.

Nel 1968 ottiene fama mondiale per la sintesi di molecole che egli battezza “criptanti”, capaci di “catturare” degli ioni e creare così un nuovo composto chimico. A partire da questa scoperta comincia a studiare il “riconoscimento molecolare” (cioè il modo in cui una molecola, detta recettore, ne riconosce un'altra e vi si collega), che è alla base dei principali processi biologici. Proprio per questi suoi studi Lehn riceve il premio Nobel per la Chimica nel 1987 (con Charles Pederson e Donald J. Cram).

Nel corso degli anni, le sue ricerche hanno definito un nuovo campo della chimica, per il quale egli ha proposto la definizione di “chimica *sopramolecolare*” perché si occupa di entità complesse che risultano dall'associazione di due o più specie chimiche tenute insieme da legami intramolecolari, mentre la chimica classica è quella relativa ai legami fra gli atomi all'interno delle singole molecole. Si tratta di una rivoluzione concettuale, grazie alla quale l'immaginazione del chimico “forgia la chiave che apre la porta alle meraviglie”.

Dal 1970 Lehn è professore di Chimica all'Université Louis Pasteur di Strasburgo e dal 1979 ha inoltre assunto la cattedra di Chimica delle interazioni molecolari al Collège de France di Parigi. Autore di oltre 450 pubblicazioni scientifiche, Lehn è

membro delle più prestigiose accademie e istituzioni ed ha ricevuto numerosi riconoscimenti internazionali.

### Louis J. Ignarro

Ha meritato il premio Nobel per la medicina nel 1998, premio Nobel assegnato assieme ad altri due scienziati americani: Robert Furchgott e Ferid Murad, con la seguente motivazione **“per le loro scoperte sul monossido di azoto come mediatore chimico nel sistema cardiovascolare”.**

Nato nel 1941 in Brooklyn, NY, USA  
Laureatosi nel 1962 in Farmacia presso la Columbia University

Ha conseguito nel 1966 il Ph.D., in Farmacologia presso la University of Minnesota

Professore presso il Dipartimento di farmacologia, dell'Università di Tulane, School of Medicine, New Orleans dal 1979-1985

Dal 1985 è Professore, presso il Dipartimento di farmacologia, UCLA School of Medicine, Los Angeles, CA

#### Fellowships and Awards

Honorary doctorates from the Universities of Madrid, Lund, Gent, North Carolina

Ten Golden Apple Awards at UCLA  
Merck Research Award 1974

USPHS Research Career Development Award 1975-80

Edward G Schlieder Foundation Award 1973-1976

Lilly Research Award 1978

Il Rettore dell'Università di Bologna Fabio Roversi Monaco ha conferito la *laurea honoris causa* in medicina e chirurgia il 19 settembre 1998 nell'Aula absidale di Santa Lucia.

Luis Ignarro ha ottenuto il riconoscimento per le sue ricerche nel campo cardiovascolare, in particolare lo studio dei messaggeri molecolari cellulari. Ha inoltre scoperto per primo che l'ossido di azoto (che ha una vita di pochissimi secondi) viene sintetizzato dalle cellule dell'endotelio e che questo messaggio chimico ha proprietà di vasodilatatore, con un'azione antiaggregante analoga a quella dell'acido acetilsalicilico (aspirina). L'ossido di azoto in funzione di “messaggero”, controlla il tono vascolare, e quindi la pressione sanguigna.

Attualmente il professor Ignarro sta conducendo importanti ricerche mirate alla preparazione della cosiddetta “Super Aspirina”