



Società Chimica Italiana

## La Chimica nella Scuola





- 5 Editoriale  
Crisi coronavirus: pericolo o opportunità per la scuola?  
*Riccardo Carlini*
- 9 Dalla Copertina  
Peter William Atkins  
*Liberato Cardellini*
- 11 Intervista con Peter William Atkins  
*Liberato Cardellini*
- 23 Densità dell'ozono e dello zolfo allo stato di vapore nel  
Sunto di Cannizzaro  
*Giuliano Moretti*
- 31 Vuoti urbani al tempo del COVID: quando i materiali sono  
davvero importanti!  
*Riccardo Carlini, Giovanna Rosito, Giovanna Burlina,  
Francesca Palmonella*
- 49 Il bacio di Hayez: arte e chimica per superare le distanze  
*Riccardo Carlini, Rosamaria Malerba, Carla Lotto,  
Francesca Palmonella*
- 67 Le dodici pietre del pettorale del Giudizio – Lo Zaffiro  
*Pasquale Fetto*
- 81 Federchimica per la scuola  
“Coronavirus safety” sito internet di Assosistem Safety  
*Luigi Campanella*
- 83 Poesia e Scienza  
*Pasquale Fetto*



## EDITORIALE

### **Crisi coronavirus: pericolo o opportunità per la scuola?**

**Riccardo Carlini**

Liceo Artistico “Klee-Barabino”- Via Giovanni Maggio 5, Genova

Ormai da parecchi anni si discute di quanto la didattica associata ai nuovi mezzi tecnologici sia efficace o meno. I pareri sono spesso discordanti e l'orientamento è quello di integrare le nuove tecnologie con la didattica classica, didattica che, sebbene abbia visto grandi innovazioni negli argomenti e nelle modalità, rimane incentrata sul rapporto diretto insegnante-studente. Il mezzo tecnologico viene generalmente percepito da entrambi gli attori come un ostacolo per l'apprendimento diretto delle conoscenze e per il raggiungimento delle competenze. Questo ostacolo, in effetti, esiste in quanto l'uso di mezzi differenti da quelli classici può indurre a un distacco progressivo tra gli operatori scolastici e il corpo studentesco. È innegabile, inoltre, che esso possa causare un inaridimento dei rapporti personali diretti. In realtà, però, se analizziamo tutte queste considerazioni in un altro contesto ci accorgeremo che fortunatamente, proprio grazie a questi mezzi innovativi, la nostra istruzione può vedere garantita la sua prosecuzione in periodi nel quale tutto sembra cadere a rotoli.

Purtroppo il dramma dell'epidemia di Covid-19 che ha colpito l'intera umanità è stato tanto disastroso quanto impreveduto. Il suo arrivo ha minato alle basi gran parte delle certezze che il mondo occidentale riteneva fisse e inviolabili. Sono bastati pochi giorni per vedere che tutto l'impianto sociale su cui abbiamo basato i nostri rapporti, le nostre istituzioni, la nostra economia fosse vulnerabile. Da un momento all'altro ci siamo trovati a vedere sospese gran parte delle nostre attività che ritenevamo consuete e scontate. In pochi giorni si è passati dal considerare questo evento epocale come una banale influenza al cataclisma che avrebbe messo a rischio l'intera umanità.

Come è successo per qualsiasi altra istituzione anche la scuola ne è stata colpita. Sebbene con piccole differenze iniziali tra regione e regione, la scuola ha visto un iniziale approccio all'epidemia basato principalmente sulla diffusione delle informazioni che fino ad allora erano disponibili.

Noi docenti ci siamo limitati a leggere i vari comunicati ministeriali

e a ribadire l'importanza dell'igiene nel contesto sociale: questo sembrava potesse bastare per proteggere tutti dal contagio. Purtroppo non è stato così. Già dall'inizio, i nostri studenti, impreparati a questo tsunami, si affidavano principalmente agli insegnanti di chimica, biologia e scienze per ottenere delle informazioni più accurate sul problema. Noi per nostro conto, potevamo solo cercare di rispondere alle numerosissime domande tentando di acquisire altre informazioni da fonti certe e tradurle per i nostri studenti. Il periodo che ha preceduto la sospensione didattica è stato caratterizzato da momenti di forte confusione e smarrimento che tuttavia non potevano far presagire quello che sarebbe accaduto.

Subito dopo gli scrutini del primo quadrimestre, in un momento di massima attività, sembra che la scuola, come gran parte delle espressioni sociali della nostra civiltà, sia risucchiata nel grande vortice causato dal coronavirus. Ignari, probabilmente di quanto la situazione fosse grave, abbiamo continuato la nostra didattica come sempre e ci siamo trovati, di punto in bianco, confinati a casa senza avere la minima idea di quanto sarebbe durata la sospensione e di come affrontare il problema. Naturalmente questo confinamento era necessario quanto opportuno e, al di là delle polemiche, è stata certamente la scelta più adeguata, e direi l'unica a disposizione, per tutelare la salute degli studenti, del personale scolastico e delle rispettive famiglie.

Durante la prima settimana di sospensione didattica, personalmente, ho cercato di proseguire il mio insegnamento utilizzando i mezzi che mi consentivano di mantenere i contatti con i miei studenti. Da subito ho consultato la dirigenza, informato i coordinatori e proceduto con le prime prove di quell'azione che, successivamente, sarebbe diventata tanto diffusa con il nome di didattica a distanza. Grazie a questa scelta, almeno per quanto riguarda la mia materia, gli studenti non sono stati costretti a sopportare passivamente l'evoluzione degli eventi e hanno potuto mantenere i contatti con quella scuola che improvvisamente è venuta a mancare. Per circa tre settimane si è proceduto con videolezioni, rilevando un'intensa partecipazione sia nei numeri delle presenze sia nella qualità degli interventi. Gli studenti ritrovavano in queste lezioni quella normalità che era scomparsa. Non appena la situazione è andata in fase di definizione, anche gli organi ministeriali hanno ritenuto fondamentale fornire delle linee guida che andassero a potenziare la didattica a distanza: con diversi decreti e

normative hanno iniziato a fornire informazioni indispensabili per iniziare un lavoro più organico e incisivo. Lo stesso programma Classeviva ha messo a disposizione l'utilizzo delle aule virtuali: questo strumento, sconosciuto ai più, si è rivelato molto utile per gestire lo scambio dei materiali con gli studenti, per programmare le differenti tipologie di intervento didattico e per organizzare nuovi calendari didattici che riproducessero quelli già in uso nelle scuole.

Inizialmente non è stato facile riuscire a incastrare tutte le lezioni, restando nei tempi previsti dall'ordinamento scolastico, però ci abbiamo provato e abbiamo ottenuto dei compromessi molto soddisfacenti. Gli studenti hanno dimostrato grande attenzione al problema, cercando di favorire al massimo questa tipologia di didattica. Loro, generazione multimediale, si sono rivelati molto spesso guide fondamentali, insegnando ai docenti il modo di percorrere queste nuove strade che apparivano tortuose.

Appena tutto il sistema è andato a regime, e inaspettatamente tutto ciò è avvenuto in modo molto rapido, la didattica ha preso il volo. L'organizzazione delle videolezioni, proprio per la tipologia di intervento, ha consentito di minimizzare gran parte di quei rallentamenti che necessariamente si creavano in classe. La puntualità degli studenti e la preparazione degli insegnanti hanno consentito che le lezioni venissero sfruttate per intero. Ecco che i programmi, dopo un primo rallentamento, hanno ripreso a correre con nuovo slancio e nuovo vigore. Gli studenti stessi, di fronte al crollo delle proprie certezze, hanno trovato nella scuola un punto fermo, un modo per continuare a socializzare con i propri compagni, un mezzo per ritrovare una di quelle libertà che si davano per scontate e che sono venute a mancare.

In questo ritrovato equilibrio dinamico, grazie alla validità dei programmi informatici e delle piattaforme disponibili, è stato possibile effettuare non solo lezioni frontali, ma anche vere e proprie *conference call*, creare gruppi di approfondimento ed effettuare attività sperimentali.

Per noi chimici, dover rinunciare alle attività pratiche per insegnare la nostra materia è una vera e propria condanna. Per fortuna che, con qualche piccolo sforzo e diversi supporti tecnologici, è stato possibile ovviare al problema. Gli studenti stessi hanno chiesto di poter continuare a effettuare qualche esperimento, e allora ecco che sono state organizzate delle attività pratiche realizzabili a casa, individualmente,

con la guida del docente in remoto. Con il solo ausilio di una webcam, il docente ha potuto mostrare, passo dopo passo, le varie fasi degli esperimenti che gli studenti hanno svolto a casa, molto spesso coinvolgendo i propri familiari.

Adesso che ci stiamo avvicinando alla ben nota fase 2 che dovrebbe prevedere, a passi molto piccoli e lenti, il ritorno verso una normalità, la DAD deve compiere un salto di qualità. Ormai abbiamo costruito un sistema che ha consentito di proseguire in modo pressoché identico il nostro intervento didattico, garantendo quel diritto fondamentale all'istruzione che rischiava di essere precluso per colpa di un evento straordinario.

Ormai ci stiamo avvicinando alla fine dell'anno scolastico ma al nostro rientro tutto sarà cambiato!

Non potremo dimenticarci di tutto l'impegno profuso in questa battaglia, non potremo più trincerarci dietro i nostri pregiudizi verso la tecnologia. Abbiamo dato prova di competenza, essendo noi stessi i protagonisti di questa nuova forma di didattica che dovrà acquisire, in futuro, il ruolo che merita. Proprio grazie a questo periodo speciale che abbiamo vissuto, ripartiamo da una posizione privilegiata: sappiamo che la DAD funziona anche, e oserei dire soprattutto, nelle difficoltà. La speranza è che, rientrando nelle nostre classi, possiamo associare la DAD alle forme classiche di didattica basate sulle lezioni frontali, sull'interazione dei diversi attori, sulla trasmissione dei contenuti, sulle attività pratiche, sull'apprendimento cartaceo. Con l'utilizzo della tecnologia in modo sempre più massiccio e puntuale potremo potenziare tutte queste forme di didattica già ben strutturate, ne favoriremo l'inclusività e la qualità, daremo spazio all'intervento diretto dei ragazzi che potranno esprimersi mediante uno dei punti di forza delle nuove generazioni. Tutto ciò ci consentirà di superare alcuni pregiudizi che, sotto certi aspetti, hanno impedito alla scuola di adeguarsi al passo dei tempi.

Facendo riferimento al titolo di questo editoriale, proprio nel territorio dove tutto è iniziato, la Cina, il termine *crisi*, *wéijī*, viene rappresentato da due ideogrammi, 危机: il primo, 危, significa "pericolo" e l'altro, 机, "opportunità". Se, come auspichiamo, via via ci lasceremo il pericolo alle spalle, non resta altro che approfittare di tutte le opportunità che questa crisi ci sta offrendo per il futuro.

**DALLA COPERTINA**

**a cura di Pasquale Fetto**

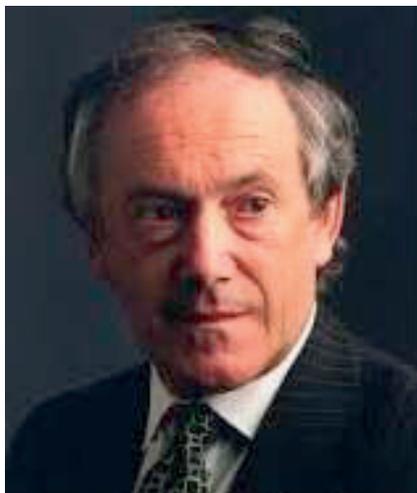
pasquale.fetto@didichim.org

**Peter William Atkins**

**10 Agosto 1940  
Amersham (UK)**

**di**

**Liberato Cardellini**



***Peter William Atkins nel 2004***

Fotografia di Jerry Moran, Studio  
Edelmark.

## **Note Biografiche**

**Liberato Cardellini**

Dipartimento SIMAU, Facoltà di Ingegneria,  
Università Politecnica delle Marche, Ancona.  
l.cardellini@univpm.it

Peter Atkins ha studiato all'Università di Leicester, ed è rimasto in quella università per il suo dottorato di ricerca. Poi si è trasferito all'UCLA come Harkness Fellow ed è stato assunto all'Università di Oxford nel 1965, dove ha prestato servizio come professore di chimica e membro del Lincoln College; recentemente è andato in pensione. La sua ricerca si è concentrata nel campo della chimica teorica, in particolare della risonanza magnetica e delle proprietà elettromagnetiche delle molecole, tuttavia si è molto dedicato alla scrittura di libri di testo e ora il numero dei suoi libri è vicino ai 60.

Il più noto tra questi è *Physical Chemistry* [1], un importante libro di testo nello spirito del classico lavoro *Thermodynamics*, di Gilbert Newton Lewis e Merle Randall [2]. Altri libri di testo includono *Inorganic Chemistry* [3],

*Molecular Quantum Mechanics* [4] e diversi testi di chimica generale.

Ha anche scritto libri sulla scienza – in particolare sulla chimica – per il grande pubblico, come *Molecules* [5] e *The Periodic Kingdom* (6). A questo pubblico più vasto dimostra l'importanza della scienza e in *Galileo's Finger* [7], identifica le dieci idee più importanti della scienza. Atkins è profondamente coinvolto in una varietà di attività internazionali, tra cui (fino all'inizio del 2006) presiedere il comitato per l'istruzione chimica della IUPAC<sup>1</sup>, che ha il compito di migliorare l'istruzione chimica in tutto il mondo, in particolare nei paesi in via di sviluppo, e di incoraggiare e coordinare gli sforzi internazionali verso il pubblico apprezzamento della chimica. È stato un membro dei Consigli della Royal Society of Chemistry<sup>2</sup> e della Royal Institution of Great Britain<sup>3</sup>, un membro dell'Ufficio di presidenza della IUPAC<sup>4</sup>, ed è attualmente consulente di SOCED<sup>5</sup>.

### Note

1. Committee on Chemistry Education of IUPAC.

<http://www.iupac.org/standing/cce.html> (accessed March 2008).

2. Council of the Royal Society of Chemistry. <http://www.rsc.org/AboutUs/Governance/RSCCouncil/index.asp> (accessed March 2008).

3. Council of the Royal Institution of Great Britain. <http://www.rigb.org/> (accessed March 2008).

4. Bureau of IUPAC. <http://www.iupac.org/organ/bureau.html> (accessed March 2008).

5. Society Committee on Education (SOCED) of the American Chemical Society.

[http://portal.acs.org:80/portal/acs/corg/content?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=PP\\_TRANSITIONMAIN&node\\_id=1531&use\\_sec=false&sec\\_url\\_var=region1](http://portal.acs.org:80/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_TRANSITIONMAIN&node_id=1531&use_sec=false&sec_url_var=region1)

(accessed March 2008).

### Bibliografia

[1] P. Atkins, J. de Paula, *Physical chemistry*, 8th ed. Freeman: New York, 2006.

[2] G. N. Lewis, M. Randall, *Thermodynamics*, 2nd ed., revised by K. S. Pitzer, L. Brewer. McGraw-Hill: New York, 1961.

[3] P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong, *Inorganic chemistry*, 4th ed. Oxford University Press: Oxford, UK, 2006.

[4] P. W. Atkins, R. S. Friedman, *Molecular quantum mechanics*, 4th ed. Oxford University Press: Oxford, UK, 2004.

[5] P. Atkins, *Atkins' molecules*. Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2003.

[6] P. W. Atkins, *The periodic kingdom*. Basic Books: New York, 1995.

[7] P. Atkins, *Galileo's finger. The ten great ideas of science*. Oxford University Press: Oxford, UK, 2003.

# Comunicazione chimica: dalle *Molecole* agli sforzi internazionali.

## Una intervista con Peter Atkins

### La scelta della chimica

#### *Liberato Cardellini: Perché hai scelto la chimica?*

**Peter Atkins:** Nel mio liceo, la fisica era troppo esigente dal punto di vista matematico; per un giovane pubescente negli anni '50, la biologia era troppo imbarazzante, anche se la maggior parte delle ovaie che si dovevano studiare erano quelle della rana. Perciò restava la chimica, che era ben situata tra difficoltà e imbarazzo, quindi è lì che mi sono diretto.

Per una serie di motivi personali, ho lasciato la scuola superiore a 15 anni e ho assunto il mio primo lavoro come assistente di laboratorio. Il mio datore di lavoro era la Monsanto e ho mantenuto una profonda gratitudine per i miei datori di lavoro che hanno compreso che avevo un talento che doveva essere incoraggiato e mi hanno convinto che sarei dovuto andare all'università. In effetti, avevo già intuito l'importanza di intraprendere questi studi, poiché a quel tempo la rivista *New Scientist* aveva iniziato la pubblicazione e una delle sue serie regolari di articoli consisteva nelle biografie degli scienziati: era facile capire che l'unica caratteristica comune della loro vita era che avevano frequentato l'università. Quindi, a tempo debito (e per farla breve), sono partito.

A questo punto devo riconoscere il secondo grande debito della mia carriera, all'Università di Leicester, che – in effetti – mi ha strappato dai margini dove, se non l'avessero fatto, sarei rimasto (metaforicamente) come Oscar Wilde, semplicemente a guardare alle stelle.

L'Università di Leicester mi ha incoraggiato a pensare da solo; sono rimasto in questa università per il mio dottorato di ricerca (situazione non rara nel Regno Unito). Ecco la mia terza influenza formativa e quindi un debito intellettuale. Il mio supervisore della tesi è stato Martyn Symons, un uomo con molti amici e un numero corrispondente di nemici. Il campo di ricerca di Symons era la risonanza paramagnetica degli elettroni, e in quel momento il suo interesse principale era nel campo dei sali di osso-anioni danneggiati dalle radiazioni. Ho infilato molti nitrati e fosfati nelle profondità del portacampioni di una sorgente di raggi  $\gamma$ , e ho interpretato i loro spettri di risonanza di spin elettronico fino alle calende greche. Da quel lavoro è emerso il mio primo libro ... ma salto in avanti e tornerò sull'argomento.

Il quarto debito che ho è quello con Adolph Hitler, mediato attraverso i

miei genitori. Adolph fece la guerra nel settembre del 1939; anticipando il futuro, mio padre (che, sebbene non mostrasse un grande interesse per l'istruzione, era tuttavia di un intelletto severo e lungimirante) vide lo tsunami di una guerra di ispirazione nazionalista che si riversava sull'orizzonte orientale e decise di propagare i suoi geni in caso del trionfo dei brutali mirmidoni di Hitler. Così, dopo un numero canonico di mesi sono nato; il che ha significato non solo che non dovevo combattere in nessuna guerra futura, ma ho anche evitato il lungo servizio nazionale per l'ampiezza di uno sperma e ho terminato la parte formale della mia istruzione quando i lavori a me disponibili erano da due soldi, a causa della grande espansione dell'istruzione superiore nel Regno Unito avvenuta all'inizio degli anni '60.

### **Percorsi per la carriera**

#### ***Hai stretti rapporti con gli Stati Uniti: come è potuto accadere?***

Dopo il mio dottorato sono andato, come tutti a quei tempi, negli Stati Uniti. Mi era stata assegnata una Harkness Fellowship. L'intenzione di quelle borse di studio – che erano disponibili in qualsiasi campo di attività, era identificare i futuri formatori di opinioni, portarli negli Stati Uniti e offrire al titolare l'opportunità di conoscere e apprezzare il paese e la sua gente. C'erano circa due dozzine di nomine ogni anno, in settori che includevano balletto, politica, arte, architettura, ingegneria e così via. Alistair Cooke, quel decano dei giornalisti sulla scena americana per ascoltatori britannici, è un perfetto esempio di ciò che la Fondazione ha raggiunto con questo programma, ha iniziato la sua carriera come un collega. Per incoraggiare il processo di conoscenza del paese, ogni individuo doveva viaggiare per tre mesi e, per questo motivo ho avuto la possibilità di conoscere tutto il paese.

A questo punto devo identificare la mia quinta importante influenza. Ho trascorso il mio anno di borsa di studio presso l'UCLA, lavorando con un chimico fisico, il defunto Daniel Kivelson. Dan era un supervisore altamente colto e motivante la cui forza intellettuale consisteva nel formulare idee penetranti ma semplici, con il minimo sforzo. Ritengo di aver preso in prestito da Kivelson il suo modo di pensare e di aver cercato di diffonderlo nel mio insegnamento e nel mio lavoro come autore in cui provo a incoraggiare gli studenti ad ascoltare un'equazione e ad interpretare ciò che dice alla vista.

Il periodo di tempo che ho trascorso all'UCLA ha confermato il mio desiderio di evitare il laboratorio e di dedicare il mio tempo alla ricerca teorica. Tuttavia, le immagini della mia carriera successiva stavano già affiorando alla superficie, poiché mentre intrapresi il mio tour di tre mesi nel paese (visitando nel processo circa 40 stati negli Stati Uniti), ho anche redat-

to il mio primo libro, *The Structure of Inorganic Radicals*, in collaborazione con Martyn Symons che è stato pubblicato nel 1967 [1].

***Quali sono le tue opinioni circa le differenze tra l'educazione chimica nel Regno Unito e negli Stati Uniti?***

Una grande differenza deriva indirettamente dal gran numero di studenti che si incontrano in genere durante le lezioni del primo anno negli Stati Uniti. Di conseguenza, negli Stati Uniti è emersa una classe professionale di insegnanti di chimica. Questa figura è in gran parte sconosciuta nel Regno Unito, dove abbiamo a che fare con un numero molto più piccolo di studenti e intercaliamo l'insegnamento nella nostra ricerca piuttosto che diventare professori universitari dediti all'insegnamento. Di conseguenza, la maggior parte delle innovazioni nell'istruzione chimica, nel bene e nel male, provengono dagli Stati Uniti; lo stesso vale per i libri di testo, con poche eccezioni. Esiste tuttavia un aspetto negativo nel trattare con un gran numero di studenti: è necessario disporre di metodi di esame efficienti - test a scelta multipla, test numerici anziché test che richiedono la riflessione - e si potrebbe argomentare che distorcano l'attitudine verso l'istruzione e la materia.

L'altra differenza tra Stati Uniti e Regno Unito è l'orientamento dei corsi: i corsi statunitensi sono orizzontali, quelli britannici verticali. Ovvero, negli Stati Uniti i corsi sono in genere limitati a un anno: chimica fisica al terzo anno e così via. Nel Regno Unito, tutte e tre le branche della chimica procedono contemporaneamente. Vi sono argomentazioni intellettuali a favore e contro ciascuno di questi orientamenti, ma per un autore l'approccio americano presenta gravi, seppur frivoli, svantaggi. Alla fine dell'anno un libro di chimica è ancora quasi intatto e non superato da una nuova edizione, quindi può essere rivenduto. Invece, nel sistema del Regno Unito, dopo tre anni di utilizzo, un libro di testo è tutto orecchi e sgualcito e sul punto di essere superato da una nuova edizione. Di conseguenza, come libro di seconda mano ha un valore molto più basso ed è meno probabile che venga rivenduto. Perciò gli autori e gli editori nel Regno Unito possono essere ricompensati dalle royalty sulla vendita di un nuovo libro e, come conseguenza, i libri di testo nel Regno Unito possono essere meno costosi rispetto a quelli degli Stati Uniti.

***Come sei arrivato alla tua attuale nomina all'Università di Oxford?***

In quel periodo, così diverso dai nostri giorni, ottenere un lavoro accademico era più simile a come rifiutare una pletora di offerte che all'ansia di scribacchiare che caratterizza questi giorni più magri. La mia ricerca di un lavoro - non c'è mai stata altra idea se non quella di diventare un accademico - si è rivelata l'unica ricerca di lavoro che io abbia mai intrapreso, e

mi ha portato a finire nell'ambiente che conterà come la sesta influenza principale sui miei atteggiamenti.

Ho iniziato la mia carriera all'Università di Oxford nel 1965, quando sono stato assunto come membro del Lincoln College e docente universitario di chimica fisica. La procedura delle assunzioni a Oxford è troppo arcana per me da spiegare qui, ma in generale la nomina all'università è come una posizione in una facoltà qualunque e la nomina simultanea e coincidente al college viene fatta soprattutto per fornire una guida sotto forma di tutorial agli studenti universitari di quel college. Il Lincoln College (fondato nel 1427; la stanza in cui lavoro è stata costruita nel 1436 circa) ha avuto solo tre tutor di chimica fisica da quando ha iniziato ad accettare l'iscrizione di chimici all'inizio del 20° secolo: il mio immediato predecessore era Rex Richards, che fu in gran parte responsabile dell'introduzione della NMR nella chimica nel Regno Unito, e il suo predecessore era Nevil Sidgwick, responsabile di molti libri di chimica (ci deve essere qualcosa nell'acqua – o nel rosato – del college) e la formulazione iniziale della teoria VSEPR.

La chimica ad Oxford è abbastanza grande – con circa 60 membri di facoltà e accettiamo circa 180 studenti di chimica ogni anno – che può tollerare una spolverata di coloro che si muovono in percorsi insoliti. Oxford è anche un ambiente intellettualmente vigoroso; è professionalmente vigoroso nel dipartimento di chimica e socialmente vigoroso nei college in cui uno è immerso in un ambiente che è veramente ampio, ed è improbabile che a cena ci si trovi seduto accanto a un altro chimico – più probabilmente ad uno studente o un professore di storia, un avvocato, un linguista o ad un visitatore di qualsiasi convincimento.

Ma c'è un'influenza formativa più profonda. Un tutorial di Oxford (che come tutto il resto, si sta evolvendo) è composto dal tutor (me) e da uno o due studenti universitari, della durata di un'ora dove si può parlare di qualsiasi cosa accada, ma di solito si parla del lavoro assegnato agli studenti la settimana precedente. Che a volte ci sia anche una bottiglia di sherry alla portata del proprio braccio è ovvio: a Oxford non si applicano le sciocchezze di un campus all'asciutto (anzi, non c'è un campus). I tutorial sono sessioni intime e orientate agli studenti che possono portare ad amicizie durature. Sono ancora in contatto con alcuni dei miei primissimi studenti degli anni '60.

A parte i vantaggi per gli studenti, i tutorial sono formativi anche per un potenziale autore, come lo sono per qualsiasi istruttore, perché il formato del tutorial fa confrontare l'istruttore con l'incomprensione manifesta. Pertanto, se un particolare concetto emerge nel corso della conversazione e l'istruttore offre una spiegazione, allora è facile vedere la mancanza di interesse nell'espressione che smentisce la richiesta dello studente universitario almeno di capire. Quindi, si tenta un altro approccio per spiegare il

concetto. Con un po' di fortuna, o almeno di perseveranza, si vede improvvisamente che la luce si accende negli occhi dello studente, e si comprende che alla fine è stata data una spiegazione sensata. Questo tipo di reattività è estremamente importante per il proprio sviluppo come istruttore e per la versione ancora più universale di istruttore, come autore.

## **Comunicare la chimica**

### ***Come trovi il tempo per scrivere così tanti libri?***

Ci sono una varietà di fattori che lo permettono. La spiegazione più profonda risiede nell'ossessione di comunicare e condividere le intuizioni che solo la scienza fornisce. Questo è uno dei motivi per cui è così difficile da combinare con il condurre il lavoro di ricerca, dato che anch'essa prospera sull'ossessione, con la scrittura di libri, che richiede un impegno totale per il libro in modo che sia prodotto in tempo (o per niente). Suppongo che l'analogia sia vicina all'impossibilità di avere due mogli. Quindi, per produrre molti libri bisogna essere ossessionati da loro.

Un altro fattore è la necessità di lavorare sodo. È inutile riposarsi e sperare che il libro si scriva da solo. Questo significa iniziare ogni giorno di buon mattino (un'abitudine che ho preso nel periodo trascorso all'UCLA dove le lezioni sembravano iniziare prima dell'alba). Di solito sono alla mia scrivania alle 6:00 e il fine settimana di solito inizia alle 18:00 circa della domenica sera. Mi piace fingere di non avere altri interessi; cosa non proprio vera, e desidero fare la maggior parte delle cose che le persone civili fanno. Ma non posso sopportare lo sport, che sembra una insensata e sopravvalutata perdita di tempo.

Poi c'è anche bisogno di coautori: i coautori sono arrivati piuttosto tardi nella mia carriera di scrittore (tranne il mio primo libro), colleghi nei quali si può avere completa fiducia e dai quali ci si può aspettare che siano impegnati – ossessionati – come se stessi. Sono stato molto fortunato con quasi tutti i miei, e i libri traggono enorme vantaggio dalle frequenti discussioni faccia a faccia, che possono cambiare l'intera impostazione dell'esposizione mentre si fa il brainstorming circa la risoluzione di un punto complicato come comprensione o presentazione.

### ***A cosa attribuisce il successo dei tuoi libri?***

Il fatto che i libri abbiano avuto molto successo è dovuto, credo, a un ingrediente segreto, che sono riluttante a condividere, per ovvii motivi. Ma lo farò, poiché l'incoraggiamento verso la chimica è così importante per il futuro dell'umanità e comunque questo ingrediente è estremamente ovvio.

Gli aspiranti autori dovrebbero ascoltare i loro critici, in particolare, do-

vrebbero ignorare i complimenti e (ancora di più) il colare corruttivo dell'adulazione e ascoltare ogni parola di critica avversa, prenderla a cuore e poi agire su di essa. Perché si dovrebbe fare così è abbastanza evidente, ma degno di nota. Un critico in genere ha un singolo pungiglione nel suo cofanetto, un solo ciottolo nella sua scarpa. Di solito, i critici sono infastiditi da un'unica omissione irritante o idea equivoca. Di conseguenza, hanno pensato molto a lungo su quel punto e vale davvero la pena di ascoltarli. In fin dei conti, si potrebbe benissimo pensare che si sbagliano; eppure se ci pensi più a fondo, potrai comprendere e anticipare le possibili obiezioni ed essere in una posizione di maggiore comprensione della questione. Anche le idee sbagliate che un revisore potrebbe avanzare sono un segnale che è necessario rivedere almeno quel punto.

Mi piace pensare che ci siano alcuni principi che guidano il modo come io scrivo. In primo luogo, il mio desiderio è di indirizzare verso una sequenza completa e logica in modo strettamente organizzato. Non mi piacciono i salti. Certo, l'entità di un salto è negli occhi di colui che guarda, e riconosco che ciò che considero un gap minuscolo potrebbe sembrare a qualcun altro come un abisso incolmabile.

In secondo luogo, ritengo molto importante sia motivare ogni passaggio con una derivazione matematica che interpretare il risultato. Guidare bendati attraverso l'algebra è inutile per tutti tranne che per alcuni chimici.

Terzo, mi piace dimostrare la ricchezza della semplicità. Mi sembra che il compito di noi scienziati sia quello di intagliare la semplicità dalla complessità. Il nostro compito è dimostrare come alcune idee semplici completamente sviluppate possono spiegare grandi parti dell'universo. Ovviamente, scoprendo quella semplicità – raffinare la semplicità dalla straordinaria complessità di un banco di laboratorio, per non parlare del mondo all'esterno, comporta uno sforzo enorme. Allo stesso modo, tracciare la scia di semplicità concatenate che sbocciano da questo straordinario, meraviglioso, fantastico, magnifico mondo è estremamente difficile (pensa alla varietà degli argomenti, dal quark alla coscienza), è anche imponente, ma presumiamo di difficoltà non insuperabile. In ogni caso, alle difficoltà della scoperta e alle difficoltà di rintracciare le sue conseguenze non dovrebbe essere permesso di oscurare la semplicità che sta in fondo al cuore dell'essere. A mio avviso, dovremmo trasmettere questa visione ai nostri studenti e nei nostri scritti, che le idee semplici possono essere come le ghiande che elaborate producono le querce.

In quarto luogo, mi piace incorporare molti elementi visivi. Ci sono diverse ragioni per fare questo. Uno è che oltre alla forma scritta per un pubblico internazionale la cui prima lingua potrebbe non essere l'inglese, è utile fornire molti indizi visivi alla discussione e percorsi alternativi di comprensione. In secondo luogo, un comune tratto dei chimici, credo, sia la

comprensione visiva, ed è importante fornire supporto a questo talento. Preferisco creare tutte le mie illustrazioni da solo in modo che non ci sia un artista tra l'occhio dello scienziato e il mio lettore. In pratica, è una forma di compensazione il passare dall'abile utilizzazione delle parole in un capitolo alla preparazione di una versione preliminare delle illustrazioni. Una volta venivano usati penna, inchiostro e stampino, e io ero solito consolidare la mia mano con un po' di jazz delicato e inarrestabile in sottofondo. Adesso, ovviamente, tutto è elettronico, ma mi piace ancora attingere ad una atmosfera musicale rilassante.

***Molti studenti hanno difficoltà a risolvere i problemi chimici: in che modo i tuoi libri possono essere di aiuto?***

La risoluzione dei problemi è una delle abilità davvero difficili da insegnare poiché il processo è induttivo; almeno l'identificazione della strategia è induttiva. Una volta che sei partito, è semplice, ma l'avvio è comunemente il problema. Innanzitutto, ai lettori è necessario offrire un'esposizione logica dell'argomento, in modo che possano vedere e apprezzare la sua struttura logica e la sua coerenza. Poi, devono essere esposti a una serie di esempi elaborati in modo che possano vedere come implementare ciò che hanno letto. Mi piace impostare la strategia esplicitamente: le persone sono libere di sviluppare le proprie strategie, ma penso che sia importante per loro vedere come gli altri organizzano i loro pensieri come approccio iniziale ad un problema. Al momento sto esplorando come le visualizzazioni dei passaggi matematici possono aiutare i lettori a sviluppare la propria comprensione e le proprie abilità nella risoluzione dei problemi. Le visualizzazioni incoraggiano le persone anche a pensare ad ogni passaggio, e questo incorpora l'approccio più profondamente nella loro consapevolezza. Sottolineo sempre l'uso corretto delle unità di misura e il loro impiego in ogni fase del calcolo – è inutile indovinarle e tirarle fuori dal nulla alla fine. Trattare le unità di misura come parte intrinseca di una quantità in un calcolo e a manipolarle come quantità algebriche aiuta a incoraggiare il pensiero logico e funge da segnalatore di errori.

***Qual è la tua opinione sul ruolo dei multimedia nell'insegnamento della chimica?***

Il primo punto che vorrei sottolineare a questo proposito è un appello per avere la tua simpatia. Ai vecchi tempi (un paio di decenni fa), un autore avendo finalizzato il suo manoscritto (sto usando quel pronome, siccome ho in mente me stesso), preparato il tutto per il suo editore, visto e controllato le bozze, era in grado di lavarsi le mani dell'intero progetto e poteva tornare al suo lavoro. Ora è completamente diverso. Perché la maggior parte dei testi principali ora ha il supporto multimediale, sia su CD o sul Web, il lavoro di

un autore ora è diventato infinito. La rete offre l'opportunità di un ripensamento incessante: l'adottatore A vuole la sezione sulla poligloscopia; l'adottatore B vuole esercitarsi sul rantolo, e così via. In effetti, l'Autore C potrebbe pensare in ritardo che avrebbe dovuto fornire una prova di un teorema (che forse non aveva capito al momento, ma la sua coscienza ha avuto la meglio su di lui). Ora un libro non è mai veramente finito, dato che il Web offre opportunità per una elaborazione infinita.

Più seriamente, tuttavia, è opportuno considerare il ruolo pedagogico del multimedia. Naturalmente, si può separare completamente la domanda dal ruolo dei libri stampati, ma perché sto scrivendo in quel contesto che propenderò per l'atteggiamento forse vecchio stile, secondo cui il multimedia è un complemento di un libro e non ha una vita propria.

Con questo in mente (e accetto che sia restrittivo e vecchio stile), la prima osservazione che vorrei fare è che a me piace immaginare il multimedia come perfettamente integrato con il testo: idealmente, non si dovrebbe sapere se si sta guardando la pagina stampata o lo schermo multimediale. Un'approssimazione all'omogeneizzazione dell'esperienza è garantire che tutte le illustrazioni nel testo abbiano lo stesso stile di quelle sullo schermo, che i grafici sembrino uguali e così via.

Ci sono problemi con i contenuti multimediali attuali. Mi limiterò a identificarne un paio. Uno è che i nostri studenti sono cresciuti (a volte sembra con esclusione di tutte le altre attività culturali) con i giochi del computer, con le loro straordinarie immagini vibranti e sofisticate. La maggior parte dei software accademici sembrano profondamente amatoriali. Ciò, ovviamente, è in gran parte dovuto al costo (non oserei suggerire nemmeno molto alla leggera che abbia nulla a che fare con l'immaginazione), e sono sicuro che i nostri studenti inconsciamente almeno siano meno che affascinati da ciò che noi offriamo. Dobbiamo andare verso il dinamismo e il realismo dei giochi per computer. Secondo: molto più importante, dal mio punto vista – è la nostra incapacità attuale di esaminare il materiale che noi stiamo trovando possibile insegnare usando il multimedia. Ci serve una rivoluzione nel nostro atteggiamento e nella capacità di esaminare i contenuti da insegnare.

***Potresti illustrare queste idee usando uno dei tuoi argomenti preferiti, la seconda legge della termodinamica?***

Incomincio le mie lezioni a Oxford con i miei studenti del primo anno che sentono parlare per la prima volta della termodinamica e hanno combattuto con gli aridi sprechi della prima legge, dicendo che a mio avviso, nessun'altra legge scientifica ha contribuito alla liberazione dello spirito umano più della seconda legge della termodinamica. Certo, loro ridacchiano in modo condiscendente, ma provo a spiegare come la seconda legge illumi-

ni la potenza trasformatrice di ogni cambiamento; il motore dell'universo.

La seconda legge è, o almeno si riteneva, l'epitome di molte cose. In primo luogo, è stata utilizzata da C. P. Snow come cartina di tornasole per valutare l'alfabetizzazione scientifica: hai superato il test se sei capace di citarla. (Per inciso, sono tutt'altro che sicuro che Snow l'abbia capita davvero!) Penso che sia ancora un criterio eccellente, e pochi tra i miei colleghi delle materie artistiche supererebbero la prova. In secondo luogo, la seconda legge è stata tradizionalmente considerata come uno scheletro matematico con poca carne sulle sue ossa secche per illuminarne la comprensione.

Ho cercato di contribuire ad entrambi gli aspetti della legge in uno dei libri che ho scritto per la Scientific American Library, con un titolo abbastanza appropriato, *The Second Law* (2). Ho cercato di dimostrare come la seconda legge potrebbe essere spiegata in modo pittorico e illuminare tutti i meccanismi del mondo. Perseguendo la logica di questo atteggiamento ha portato a una visione cruda del funzionamento del mondo (2, p. 200):

We are the children of chaos, and the deep structure of change is decay. At root, there is only corruption, and the unstemmable tide of chaos. Gone is purpose; all that is left is direction. This is the bleakness we have to accept as we peer deeply and dispassionately into the heart of the universe.<sup>1</sup>

Questo punto di vista non mi ha reso popolare verso alcuni, né lo ha fatto una elaborazione di questo punto di vista in un libro successivo, *Creation Revisited* (3).

A parte qualche critica (e mi è piaciuto difenderla in altri contesti), penso che la seconda legge sia una buona prova della propria capacità di insegnare o, qualcosa di simile, per rivelare intuizioni scientifiche al grande pubblico. Per gli studenti seri di chimica (cioè coloro che devono sostenere gli esami), è essenziale conoscere la parte matematica, e in particolare le ricche conseguenze della scrittura  $dS = dq_{rev}/T$ . Ma attraverso le derivazioni delle conseguenze, che culminano in  $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$  e  $\Delta G = w_e$ , intuizioni profonde possono essere raggiunte circa le proprietà termodinamiche dei sistemi che interessano i chimici (che oggi, ovviamente, comprendono anche gli organismi).

La seconda legge – almeno il suo concetto qualitativo essenziale – può anche fornire un bellissimo veicolo per la comunicazione al pubblico in generale delle meravigliose intuizioni che la scienza produce, perché può essere presentata in modo pittorico. Sicuramente è giusto per il grande pubblico conoscere le ragioni che spiegano i motivi perché qualcosa succede.

## Sforzi globali

### *Cosa ci puoi dire del tuo coinvolgimento con la IUPAC?*

Oltre a scrivere libri e fare i comuni doveri di un docente universitario,

sono stato profondamente coinvolto nelle attività della IUPAC – principalmente come presidente (2002-2005) del suo Committee on Chemistry Education (CCE) – ma anche come un membro d'ufficio di una varietà dei suoi comitati, in particolare il suo ufficio di presidenza. Il compito del CCE è di aiutare a propagare le buone pratiche riguardanti l'istruzione chimica in tutto il mondo, con particolare riferimento ai paesi in via di sviluppo e al pubblico apprezzamento della chimica. Ho visto questa attività come un modo per estendere la portata dei miei interessi, perché scrivo libri per aiutare gli studenti ed è naturale volere utilizzare le risorse internazionali e la penetrazione della IUPAC per raggiungere una più ampia gamma di persone: ampliare, in un certo senso, il mio spettro di assistenza attraverso l'istruzione.

Come risultato di questa attività ho ricevuto una visione ineguagliabile sul come avviene la formazione chimica in tutto il mondo, dai paesi in transizione a quelli che si considerano almeno temporaneamente sviluppati. Il mio comitato ha cercato di identificare i problemi comuni in varie regioni del mondo, per cercare soluzioni adeguate a queste regioni e quindi valutare se soluzioni simili potrebbero essere applicate ad altri paesi. Siamo stati particolarmente attenti a non duplicare le attività delle società nazionali, ma abbiamo mirato a portare la prospettiva internazionale della IUPAC; ora la presidenza è stata rilevata da Peter Mahaffy (del King's University College, Edmonton, Canada), ed è affascinante vedere come abbia incoraggiato i miei germogli a prosperare e come abbia piantato alcuni straordinari semi propri.

La mia percezione dello stato dell'educazione chimica nel mondo, e ancora più la mia percezione dello stato del pubblico apprezzamento della chimica, non è particolarmente rosea. Ci sono pochi paesi in cui la chimica è vivace e alcuni in cui vi è un chiaro senso di emergere da una depressione; ma il tema sottostante a questi atteggiamenti è uno stato di ansia al confine con la disperazione. Tutti ne conosciamo i motivi: questi includono la preoccupazione degli effetti negativi della chimica sull'ambiente (e l'ignoranza dei benefici che la chimica apporta), le conseguenze corrosive di questa percezione conducono i giovani a pensare che intraprendere questa professione diminuirà la loro umanità (e non vedere come la chimica offra un enorme contributo alla qualità della vita) e condurrà alla diminuzione delle opportunità per trovare un lavoro (non rendendosi conto che una formazione in chimica ha qualità che ben si adattano all'occupazione in una grande varietà di campi). Ci sono problemi accademici più specifici, come la scarsità di insegnanti competenti alle scuole superiori per insegnare la nostra ingegnosa materia, la natura obsoleta di molti curricula e la mancanza quasi universale (almeno sulla Terra) di competenze in matematica.

Il comitato continua a sollevare questi problemi in molti modi differenti. C'è un'ulteriore dimensione, ovviamente. Ritengo che l'unica possibilità di salvare il mondo passi attraverso il propagarsi della formazione scolastica.