

FRANCO BLEZZA (*)

Valenze pedagogiche della chimica nella sua dimensione storica (**)

Riassunto - Il significato educativo profondo della chimica vista nella sua dimensione storica, come didattica e come forma di conoscenza pratica e sviluppata, viene analizzato secondo la fattispecie culturale, pedagogica, didattica e con riferimento particolare alla scuola italiana e alla sua storia.

Ne emerge l'importanza in generale di un saldo fondamento teorico in quest'ordine di questioni: ed in particolare la proficuità pedagogica superiore del paradigma molecolare rispetto a quello atomico-elettronico.

Educational Values of Chemistry in its Historical Dimension.

Summary - The deep educational significance of chemistry seen in its historical dimension, is considered from the cultural, pedagogical, methodological and educational aspects with particular reference to the Italian school and its history.

The importance of a sound theoretical foundation on the historical dimension is discussed and it is emphasized the better effectiveness in the theory of education of the molecular paradigm and compared with the atomic-electronic one.

LO STUDIO DIDATTICO SULL'INTRODUZIONE D'UNA DIMENSIONE STORICA NELLA CHIMICA E NEGLI INSEGNAMENTI SCIENTIFICI IN GENERALE

Presentazione

Uno dei campi più interessanti e proficui dell'odierna ricerca in didattica scientifica riguarda l'introduzione di quella che si chiama, con termine tecnico ormai d'uso comune, la *dimensione storica* all'interno dei relativi insegnamenti. Si tratta di una linea d'evoluzione che scaturisce, fra l'altro, dalla positiva interazione tra con la storia del pensiero: e, come vedremo, essa presenta delle teorizzazioni e delle applicazioni differenti. Tutte, comunque, rivestono un interesse particolare quando vengano riferite alla chimica.

(*) Dipartimento dell'Educazione, Università di Trieste.

(**) Lavoro dedicato al Professor G.B. Marini-Bettòlo, Uno dei XL, in occasione del 75° compleanno.

Affronteremo il problema partendo da un punto di vista generale, nel campo cioè della pedagogia e della didattica delle scienze; e poi da questo trarremo alcune delle possibili applicazioni allo specifico della chimica. Si è, infatti, dell'avviso che la didattica e la pedagogia della chimica non siano branche della chimica, bensì della pedagogia e della didattica generali.

Consideriamo dunque, con questa impostazione, la dimensione storica. Le motivazioni profonde che portano ad attivare una scelta didattica siffatta, che poi costituisce altresì un'integrazione a base molto ampia (scienze, o chimica, con la storia umana e con la storia del pensiero), spaziano su più ordini di discorso differenti; ciascuno di essi consente di comprendere meglio il significato della didattica con riferimento storico, e di ricavare delle indicazioni utili anche sul piano operativo (sia in generale, che in particolare appunto per la chimica).

Motivazioni di carattere culturale

Vi sono, innanzitutto, delle motivazioni che riguardano il *concetto* stesso di *cultura* e di formazione culturale: come si è capito che certi contenuti scientifici fanno parte d'obbligo del bagaglio di conoscenza di una persona colta, si sta progressivamente comprendendo che altrettanto vale anche per quel che riguarda il modo in cui a tali contenuti si è giunti, il processo nel quale essi si sono inseriti, il contesto ambientale e storico nel quale si sono elaborati, i loro riferimenti allo sviluppo della storia dell'uomo e del suo pensiero in generale. È questo un primo aspetto dello spostamento dell'attenzione di chi si occupa di questi settori, sia nello studio che nell'applicazione, *dai prodotti ai processi*, come si dice con locuzione tecnica ormai d'uso comune.

La scienza è un fattore di storia umana, ed è un componente primario del pensiero umano e della sua storia: sotto entrambi gli aspetti, le applicazioni didattiche possibili (ed auspicabili) sono evidenti. Per la chimica (intesa come studio applicativo), affondano fino alle radici della storia umana.

Se la prescrizione di fondo che ne discende per la didattica è immediata, non ne è altrettanto diretta l'esplicazione: per fare questo, è necessario che l'insegnamento della scientifico venga condotto con una storicizzazione organica (e non episodica o casuale), e con fondamenti teoretici adeguati (e adeguatamente saldi).

Ma, su questo, torneremo fra un istante. Qui ci limitiamo ad osservare che, sul piano dei contenuti culturali dell'insegnamento in senso stretto, la scelta consente di attivare un'integrazione didattica piuttosto ampia con gli insegnamenti storici, come quello della storia umana e quello della storia della filosofia. Anche questa non va intesa come un'opportunità accidentale, bensì come un dato che porti a rivedere in modo profondo il ruolo educativo e formativo da assegnarsi agli insegnamenti scientifici: nel senso di un riequilibrio tra le discipline scientifiche (e la chimica tra esse, in una posizione di chiara rilevanza) e quelle pertinenti ad altri domini cognitivi e culturali.

Motivazioni di carattere pedagogico

Vi sono, poi, delle motivazioni relative alla valenza educativa propria dell'*insegnamento scientifico* in quanto tale. Se esso presenta un riferimento sistemico alla

sua dimensione storica, risulta essere meglio adeguato al conseguimento dei propri obiettivi educativi specifici, con riferimento e in coerenza con quelli generali, anche al livello medio e medio-superiore.

Non di rado, e anche se l'insegnante agisce con molta perizia e sulla base di piani di lavoro studiati attentamente, i ragazzi ricavano un'immagine della ricerca scientifica incline all'*astrattezza*: la trattazione, cioè, tende (prima o poi) a perdere il necessario contatto organico con la realtà della quale, e sulla quale, si vogliono determinare leggi e teorie. Viene così a passare in secondo piano, se non a mancare del tutto, l'osservazione dell'aspetto scientifico nella vita umana, compresa quella di tutti i giorni. A quel punto, i momenti empirici che entrano nell'insegnamento sono collocati preferenzialmente in laboratori specialistici, con tendenza a ridurre al minimo ogni altra interazione con la realtà oggetto di studio. Questo il primo, grave pericolo che si corre con un insegnamento a-storico e, in generale, non ben fondato teoreticamente.

In tal modo, negli allievi si fa strada l'idea della ricerca scientifica come di un'attività piuttosto avulsa dal mondo, riservata a ristrette élite o a gruppi in qualche modo iniziatici; e le applicazioni nel concreto di quanto viene studiato, anche quelle che potrebbero adempiere alla funzione essenziale di controllare empiricamente le leggi scientifiche, sono limitate ad apparecchiature studiate e progettate ad hoc, e talvolta ad esperimenti «sterilizzati», a congegni idealizzati e artificiosi.

In secondo luogo, e specialmente seguendo impostazioni didattiche di tipo sperimentalistico-induttivistico, si cade molto spesso (quasi sempre, le eccezioni sono rare) nella trattazione di argomenti scientifici come se essi potessero rappresentare delle *acquisizioni definitive*. Si insegnano, insomma, le leggi e le teorie scientifiche ultime (nel senso di più recenti) come se fossero delle verità sulle quali non c'è più nulla (o quasi) da indagare; l'esigenza cognitiva ulteriore viene sottaciuta. Al massimo si parla della ricerca di una precisione maggiore (sviluppi più recenti compresi: la storica «cifra significativa in più», ad esempio), o di qualche dettaglio ancora da chiarire, spesso non essenziale: e non di rado, se ne parla persino senza dare al discente la minima idea dei fini ai quali tutto ciò possa servire (sia dal lato culturale che da quello applicativo), quasi come costituisse solo una serie di pure e semplici curiosità.

Conseguentemente a queste impostazioni, quindi, nei ragazzi si può facilmente maturare l'idea che progredire nella conoscenza scientifica voglia dire allontanarsi dalla realtà ed, insieme, conseguire delle forme di verità definitive. *Astrattezza e dogmatismo*, in sostanza, sono due rischi sempre presenti in un'educazione scientifica impostata male; e, a ben vedere, sono persino assillanti. Nei confronti di entrambi, la considerazione della dimensione storica risulta essere l'*antidoto* più appropriato e, in un certo senso, naturale. Ecco dunque un altro aspetto dello spostamento dell'attenzione dai prodotti ai processi; ed ecco un ottimo campo d'esplicazione proprio per la chimica, nella cui storia la processualità è ben visibile.

L'introduzione di elementi profondi di storia del pensiero scientifico (in generale) può far capire, da un lato, quanto la scienza (e la chimica in particolare) sia nata e cresciuta nella realtà umana e con riferimento ad essa, e abbia avuto conseguenze concrete su di essa; dall'altro, come tale forma di conoscenza sia oggetto di divenire storico, per cui le scoperte che si studiano oggi non costituiscono che

un momento particolare di un processo che ha avuto tutta una serie di altri episodi analoghi in precedenza, e ne avrà di ulteriori in seguito (se anche non li ha già avuti, e non sono stati ancora trattati in classe).

Va, insomma, ricordato che l'educazione a questi due aspetti fondamentali della ricerca scientifica in genere (*concretezza* e indissolubile *legame con la realtà*; e *ricerca continua*) rappresenta un componente fondamentale dell'educazione dei ragazzi in generale. Sotto ambedue gli aspetti, nuovamente, l'integrazione didattica tra la scienza e la sua storia (anche con riferimenti alla storia della filosofia) può concorrere in modo molto efficace.

Motivazioni di carattere didattico

Vi sono, infine, delle motivazioni relative allo specifico della didattica scientifica, branca della didattica generale vista come disciplina in sé e per sé (cioè alla didattica vista come scienza a pieno titolo, come una delle scienze dell'educazione); e relative altresì alle questioni di carattere metodologico connesse con tale determinazione di status epistemologico.

Si capisce facilmente, innanzitutto, che un'impostazione storica può comportare una *revisione delle sequenze* nelle quali si trattano gli argomenti in programma, ed altresì del loro stesso modo di presentarli: sequenze che corrispondono di meno alla struttura delle discipline in loro stesse, e di più (e primariamente) al loro divenire evolutivo e alla psicologia dello sviluppo cognitivo degli stessi educandi.

Ma soprattutto, dalla storia della ricerca scientifica l'insegnante può cogliere delle indicazioni preziose per l'esplicazione degli insegnamenti relativi: la storia è anche una *risorsa di carattere pratico-operativo* molto preziosa. L'evoluzione storica del pensiero scientifico, infatti, offre un esempio (certo non l'unico, e magari non sempre il migliore, ma comunque uno di notevole validità) di graduazione nello sviluppo dei diversi temi, di difficoltà crescenti, di propedeuticità parimenti crescenti (sia come strumenti tecnici, che come strumenti matematici), di astrazione progressiva. L'insegnante può ricavarne le idee che gli consentano di scegliere gli argomenti meglio accessibili per ragazzi in rapporto alle loro basi e alle loro capacità, e gli argomenti da trattarsi successivamente (o da evitarsi), e comunque di conferire alle tematiche in programma una successione più consona al graduale sviluppo della conoscenza dei ragazzi.

Infine, proprio nello studio storico si possono trovare preziosi suggerimenti su come aiutare e favorire negli alunni *l'ideazione o l'elaborazione di certi contenuti* della cultura scientifica (siano essi leggi, teorie, applicazioni, strumentazioni, od altro): seguendo, appunto, lo sviluppo che essi hanno avuto effettivamente.

QUALE SCELTA METODOLOGICO-DIDATTICA ED EPISTEMOLOGICA PER LA STORICIZZAZIONE DELL'INSEGNAMENTO SCIENTIFICO

Il caso della fisica

In questo quadro, è chiaro, la scelta del *modo* di porre il rapporto tra la didattica scientifica e la storia del pensiero scientifico va operata miratamente. E, al riguar-

do, esistono sostanzialmente *due visioni* differenti, ciascuna con le sue prerogative, le sue applicazioni, i suoi limiti.

Rimane acquisito che non è sufficiente giustapporre ad una trattazione di una o più materie scientifiche, comunque impostata, qualche elemento di storia in quanto tale (per valido, interessante e ben fondato che esso possa essere). Delle semplici letture, per loro stesse, servono poco; inoltre, anche se sono scelte bene, il rischio di cadere nella vuota aneddotica è sempre piuttosto forte. Di qui, a finire in certe amenità, quali la mela di Newton o le pietanze a base di rane della moglie di Galvani, il passo è breve.

Ciò che, invece, è necessario fare in questo quadro è strutturare lo sviluppo di certi argomenti del programma d'insegnamento (non è detto di tutti!) traendo ispirazione dai processi delle relative scoperte così come si sono svolti storicamente. Il che, nuovamente, va operato ricordando sempre che il concetto della scienza come di un *processo storico in divenire*, privo di certezze, e collocato nella storia dell'uomo, è educativamente e culturalmente essenziale, come si è detto: ad esempio, considerarlo solo un obiettivo accessorio (o comunque secondario) vorrebbe dire partire con il piede sbagliato.

Qui si inserisce la «biforcazione» che si è preannunciata. Essa ha un buon terreno di coltura nella didattica della fisica; ma offre le sue ricadute dirette nel campo della chimica in modo abbastanza «canonico».

Una visione è, in buona sostanza, quella de *The Project Physics Course*, più comunemente noto come *P.P.C.* (l'edizione originale è del 1970; la prima edizione italiana è del 1977, per i tipi della Zanichelli di Bologna), in questa versione, il contributo della storia (del pensiero, e dell'uomo in genere) alla didattica deve essere essenziale: questo porta ad insegnare le materie scientifiche come discipline vive, che crescono e si sviluppano attraverso la critica continua ed il continuo superamento di tutto ciò che, in ciascun periodo, è considerato in vigore; ed anche, ad insegnarla con riferimento stretto e non meno essenziale all'uomo, nel senso della storia del suo pensiero e della sua opera.

Il che non significa, è chiaro, che si debba cadere nella visione estremistica opposta a quella tradizionale, che sarebbe solo riduttiva: non si può assolutamente considerare la didattica di qualche scienza come una pura e semplice traduzione (più o meno «letterale») della storia di quella scienza; meno che meno per la chimica. Né sarebbe corretto il pensare che la storia del pensiero scientifico possa segnare una via obbligata al docente, alla quale egli debba (o sia indotto ad) attenersi in modo rigido e aprioristico.

Al contrario, va detto con la massima chiarezza che la storia del pensiero scientifico e la didattica scientifica sono due discipline distinte e reciprocamente autonome (pur se, certamente, non disgiunte). Tra le due, semmai, c'è un'alta coerenza metodologica, in quanto entrambe possono essere trattate come delle discipline scientifiche: per lo svolgimento e l'applicazione di entrambe, è certo importante e proficuo che lo siano. E, soprattutto, la didattica può trarre dalla storia elementi preziosi e non secondari sia per il suo sviluppo che per la sua esplicazione.

Difatti, la seconda versione prevede un inserimento della dimensione storica molto meno organico e molto meno informatore delle scelte di fondo pur rimanendo importante per tutti e tre gli ordini di motivazioni che si sono visti.

Essa ha il suo capostipite, tra i «precedenti remoti» della didattica della fisica, nell'*Introductory Physical Science* o *I.P.S.* (l'edizione originale è del 1967; la prima edizione italiana, *Introduzione alla scienza fisica*, è del 1971, sempre per i tipi della Zanichelli di Bologna).

Tale scelta ha la sua teorizzazione principale negli scritti e nelle curatele di Fabio Bevilacqua: si vedano, al riguardo, il volume *Storia della fisica - Un contributo per l'insegnamento della fisica* (Milano, Angeli 1983), gli atti dei convegni sui temi «Using History of Physics in Innovative Physics Education» (Pavia, 5-9/9/1983) e «Storia della fisica e didattica» (Monaco, 4-8/5/1987, e dei congressi nazionali di storia della fisica (VIII: Napoli, 12-17/10/1987; IX: Urbino, 6-11/10/1988; ...); le tre «serie» (verde, gialla, blu) curate per l'Università di Pavia; e così via.

Essa teorizzazione segue quella che viene chiamata, mediante una locuzione che va assunta con una certa e comprensibile cautela, «un'*epistemologia blanda*». Prevede una ricerca di ottimizzazione della dimensione storica nella didattica attraverso un inserimento di piccoli e limitati elementi storici, o «*small injections*», nella didattica.

Come vedremo, le due scelte hanno loro pendant facilmente identificabili, anche nella possibile storicizzazione, più o meno spinta e condotta nell'un modo o nell'altro, della didattica della chimica e dell'educazione chimica.

Ad ogni modo, per arrivare allo specifico occorre ancora una precisazione.

EDUCAZIONE E SCIENZA: NON SOLO DIDATTICA

In effetti, presso non pochi pedagogisti esiste un pregiudizio altamente preclusivo e limitante sia la ricerca che la pratica applicazione nel settore: quello secondo il quale le valenze educative di tutte le scienze della natura, e della chimica fra di esse, andrebbero applicate in via esclusiva (o quasi) attraverso la mediazione didattica. È questo un errore frequente quanto grave, che possono commettere quanti vedono il valore delle scienze nella scuola ma non vedono i caratteri educativi che le scienze della natura possiedono per loro ragioni e prerogative intrinseche, e che concorrono a caratterizzarle essenzialmente. Ed è un errore che accomuna pedagogisti che non hanno un'adeguata conoscenza delle scienze nella loro essenza teoretica, cognitiva e culturale, e scienziati che si improvvisano didatti delle discipline di rispettiva competenza senza un'adeguata preparazione pedagogica e didattica.

In sostanza, si può parlare correttamente di *educazione chimica* nell'ambito dell'*educazione scientifica*. Esse vanno ben distinte dalle rispettive *didattiche* (generale e speciale) le quali ne sono, piuttosto, parti importanti e niente di più.

Allora, la locuzione «educazione scientifica nel suo componente chimico» (od equivalente) indica semmai le *valenze educative della chimica in quanto tale*. E quindi, non solo della chimica in quanto insegnata: ma, innanzitutto, in quanto pratica, come atteggiamento nel quale porsi con la realtà, e come modalità d'interazione con la realtà stessa (naturale ed artificiale, fisica ed umana).

Il che si lega in modo stretto con l'istanza, fortemente avanzata fin dagli anni '50, favorevole ad una didattica delle scienze che non si riduca ad un «insegnare scien-

ze», detto spregiativamente (ma impropriamente) «cattedratico», e sia pure con un supporto empirico dimostrativo e gestito dall'insegnante; ma che, anzi ed innanzitutto, consista in un «fare scienza» da parte degli allievi stessi.

Tale istanza era già presente, con una chiara «scelta di campo» quanto a visione storica come diremo più avanti, nel *progetto OCSE* di sperimentazione in classi pilota di una nuova didattica della chimica, intrapreso nel nostro paese dalla fine del 1962, e la cui sperimentazione è iniziata nel 1963, coinvolgendo migliaia di studenti negli anni '60 (cfr. OCSE e Liberti, *oo.cc.*).

Ed analoghe istanze vi erano in progetti statunitensi per gli insegnamenti di varie discipline scientifiche, sviluppati a partire dalla fine degli anni '50: il primo della serie, riguardante la fisica, è stato il *P.S.S.C.* fondato nel 1956.

Quei progetti erano ispirati, in modo più o meno consapevole, dall'epistemologia induttivistica portata negli USA da alcuni Neopositivisti Logici prima della guerra, colà esuli per sfuggire a persecuzioni razziali e politiche. Analogamente, furono induttivistiche (in senso spesso meno consapevole e più spinto, ma nel caso della chimica più conclamato che non attuato) molte esperienze svoltesi in Europa successivamente.

Di particolare importanza al riguardo è stata la riflessione pedagogica condotta da Bruner a partire dalla conferenza di Woods Hole del 1959 (cfr. *The process of education* del 1961; ed. it.: *Dopo Dewey*, Roma, Armando, 1964).

Ed in effetti, i precedenti pedagogicamente più qualificati, e teoreticamente più consistenti, anche in tal senso sono reperibili presso i Pragmatisti statunitensi del secolo scorso, presso lo Strumentalismo deweyano, e presso varie correnti afferenti all'Attivismo pedagogico europeo, nonché presso non pochi pragmatisti europei, compresi quelli italiani (censurati e cancellati dalla memoria storica ad opera del totalitarismo destro-hegeliano, il quale travolse con sé anche tutta la scienza nelle sue valenze culturali ed educative).

In questo senso, si può parlare correttamente e propriamente di *pedagogia*: di una vera e propria «*pedagogia della chimica*», nella fattispecie, come da noi già fatto al V convegno nazionale di didattica della chimica (Roma, 9-11/12/1987), dal quale non uscirono atti (Titolo della comunicazione: «Per una pedagogia della chimica», appunto). E questo, nell'ambito di una «*Pedagogia della scienza*», la quale ne indichi le valenze intrinsecamente educative le quali non si possono e non si debbono ridurre a quelle più propriamente didattiche.

Condizione sia per quest'ultima opzione, che per tutte le applicazioni didattiche, è la disponibilità di un valido sistema teoretico, realistico ed adeguato alle finalità pedagogiche. Un tale sistema esiste, è presente sia nelle riforme e nelle proposte di riforma più recenti della scuola italiana, sia nel costume e nella legislazione nei loro sviluppi più attuali (cfr. Blezza 1989, *op.cit.*). La necessità d'una opzione teoretica progressiva si comprende bene là dove si rifletta sul fatto che uno svolgimento adeguato dell'educazione (nella scuola, e non solo in essa) è stato esplicitamente e deliberatamente negato proprio su basi teoretiche ben precise: sulle teorie neo-idealistiche della destra hegeliana italiana, le quali influirono (e influiscono tutt'ora) pesantemente sulla nostra scuola a partire dalla riforma organica (l'unica avutasi in tutta la storia dell'Italia unita) preparata da Benedetto Croce tra il '20 e il '21,

e diramata dal ministro fascista Giovanni Gentile nel '23; ed influirono altresì, non meno pesantemente, sulla nostra cultura proprio a partire da quei due canali, fascista e vetero-liberale.

LA DIMENSIONE STORICA DELLA LEGISLAZIONE SCOLASTICA SULLA DIDATTICA DELLE SCIENZE

Ma tornando allo specifico scolastico, almeno un cenno dobbiamo dare a come sia lo «*ius conditum*», sia la proposta «*de iure condendo*», abbiano recepito tali istanze in positivo.

Parlando «*de iure conditum*», disponiamo ora dei programmi per l'insegnamento di *scienze integrate* nei due gradi nei quali attualmente si articola la scuola dell'istruzione obbligatoria.

Ad esempio il programma dell'insegnamento detto di «Scienze» del 1985 per la *scuola elementare* reca, in chiusura delle «indicazioni didattiche» e di tutto il testo, un'istanza per fare «richiamo alla storia della scienza: vi si troveranno molti riferimenti a progressi che si sono verificati proprio in conseguenza dell'accertata inadeguatezza di spiegazioni date in precedenza sulla base di conoscenze e tecniche di indagini più accurate» (Roma, M.P.I., Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1985, pag. 51).

Ed in quello di «Scienze Matematiche, Chimiche, Fisiche e Naturali» nella *scuola media di 1° grado* del 1979 vi è un paragrafo intitolato appunto «Avviamento alla collocazione storica della scienza», che recita: «L'insegnante di scienze avvierà l'alunno ad una prima riflessione storica della scienza, presentando, con esempi significativi, sia le linee di sviluppo della scienza dal suo interno, sia la stretta correlazione esistente fra l'evoluzione scientifica e quella della condizione umana» (Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, edizioni «Libreria dello Stato», 1979, pag. 50).

Venendo allo «*ius condendum*», circa le *superiori* l'ultima delle tante proposte di riforma dei programmi è, al momento della stesura della presente, quella espressa nel 1989 (e pubblicata sul n. 52 della serie le Monnier «Studi e documenti degli annuali della Pubblica Istruzione», del maggio 1990) relativa al biennio. In essa l'insegnamento scientifico è articolato per discipline: le indicazioni nel merito vanno quindi ricercate nelle singole sezioni. Tra le «indicazioni metodologiche» relative alla biologia spicca l'affermazione secondo la quale «È stimolante e feconda l'attenzione alla visione storica delle problematiche biologiche affrontate» (ivi, pag. 94); tra quelle per la chimica, «È raccomandabile che nello sviluppo dei contenuti si faccia riferimento all'evoluzione storica almeno di alcuni momenti significativi dello sviluppo del pensiero chimico»; in quella di fisica, l'impostazione storica informa di sé il dettagliatissimo e molto direttivo «commento ai contenuti» (pag. 111-117); e si tratta solo delle istanze più esplicite in tal senso.

Resta la scuola *infantile*: grado di scuola vero e proprio, che attende solo che si generalizzi il riconoscimento in tal senso che si è meritato «sul campo». Una riforma di tale grado è allo studio da un paio di anni, ed è presto per ottenere affermazioni esplicite come quelle precedenti: ci limitiamo perciò a notare il pregio edu-

cativo che rivestirebbe anche a questa fascia d'età la narrazione storico-scientifica la quale, senza cadere né nell'aneddotica fine a sé stessa né nel letterario vero e proprio, può basare efficacemente l'intervento educativo sul piano della formazione tecnica, come quello sul piano della formazione scientifica.

LA DUALITÀ DEI PARADIGMI ATTUALI NELLA STORIOGRAFIA FINALIZZATA ALLA DIDATTICA DELLA CHIMICA

Nel contesto precedentemente delineato, è corretto parlare di una «*didattica scientifica*» vera e propria: nel senso che la sua scientificità non riguarda solo i contenuti (caso nel quale si parlerebbe di «*didattica delle scienze*», come da locuzione corrente), bensì anche l'impostazione, i metodi, l'essenza. La didattica scientifica, insomma, può considerarsi come una scienza vera e propria.

Ciò consente, fra l'altro, d'applicarvi (con la dovuta cautela) taluni strumenti critici dell'epistemologia: il che, a rigore, non sarebbe consentito al di fuori di un dominio scientifico. E tale applicabilità si estende altresì alle concezioni storiografiche in quanto applicate alla didattica, nella fattispecie della storia alla didattica della chimica: anche a prescindere da una soluzione positiva del problema della scientificità della storiografia in quanto tale, cosa sulla quale peraltro avremmo ragione di concordare.

Al riguardo, notiamo quindi come, allo stato attuale, vi sia un sostanziale *dualismo* di quelli che Thomas S. Kuhn chiamerebbe «*paradigmi*» per questa scienza; non saremmo quindi, sempre per impiegare una terminologia dello stesso epistemologo a base storico-relativistica, in una fase di *scienza normale*.

I due paradigmi, in sostanza, riflettono due diverse visioni della chimica: quella come *scienza delle molecole*, e quella come *scienza degli elettroni di valenza*.

Come noto, e anche etimologicamente, la chimica nasce come scienza delle mescolanze; e per tale si è consolidata, per il tramite storico sia dell'alchimia sia di varie tecniche artigianali, fino ai tempi nostri. Il suo dominio di studio, dunque, si è fermato a lungo al livello molecolare: sia nel caso dei passaggi di stato e relative modificazioni, sia nei casi di ricombinazioni.

Oggi, invece, i chimici contemporanei si occupano di strutture elettroniche e quindi di una parte dell'atomo. Tanto che, di fronte ad una loro risoluta rivendicazione del proprio specifico disciplinare, e senza per questo necessariamente collidere con tale posizione, si arriva a definire la chimica attuale come la scienza degli elettroni ottici (o di quelli più esterni), o addirittura come la «*fisica*» di tali elettroni, presso alcuni.

Qui sta la base per tale dualismo: un dualismo storiografico e, più a fondo, attinente alla stessa filosofia della chimica (nel senso di «*Chemical Philosophy*»), che ha ricadute analogamente dualistiche nella materia pedagogica ed in quella didattica nello specifico, come sopra delineato.

Una breve premessa comune. La parola «*molecola*» appare per la prima volta, e già nella sua essenzialità (pur in un'accezione che rimarrà ancora alquanto vaga per qualche decennio), con Lavoisier nel 1789: questi, nel *Traité élémentaire de chi-*

mie, non impiega mai la parola «atomo». Ora, il fatto che le molecole siano composte da atomi, e che il concetto di atomo risalga all'antica Grecia, non deve trarre in inganno: la teoria atomica moderna è successiva a quella moderna delle molecole (John Dalton, inizi del secolo XIX). In effetti, ad ideare quella teoria lo scienziato inglese era pervenuto a partire da considerazioni relative a reazioni chimiche ed, appunto, molecolari: in particolare, per spiegare in una teoria unitaria la legge della conservazione di Lavoisier, quella delle proporzioni costanti di J.L. Proust, e quella delle proporzioni multiple formulata da lui stesso nel 1803 (il che, non è certo un caso, trova una corrente applicazioni didattica). Fondamentale, come il predetto trattato di Lavoisier per la molecola, è per l'atomo *A New System of Chemical Philosophy*, che è del 1808.

È a questo punto, grosso modo, che ha luogo la preannunciata biforcazione tra gli studiosi di fondamenti e storia della chimica, e tra i didatti chimici.

Seguendo la prima dottrina, pur riconoscendosi nella molecola il concetto chiave, si argomenta come esso abbia presentato difficoltà profonde e persino contraddizioni fino a quando non fu possibile passare al concetto di atomo come componente della molecola. La vera svolta, in questa visione, andrebbe collocata tra Avogadro e Cannizzaro: rimane peraltro chiaro che quell'atomo non era ancora né quello degli studi dei fisici a cavallo tra l'ottocento e il novecento, né quello quantico più volte rimodellato nel nostro secolo.

Nella seconda dottrina, si centra invece il discorso sul fatto che, da allora in poi, i chimici considereranno sempre e con la massima attenzione l'entità atomo: ma sempre e solo in quanto costituente la molecola. In questa visione le proprietà dell'atomo, o riguardano la sua possibilità di combinarsi con altri atomi per formare le molecole, o non sono chimiche. E questo vale anche per gli studi sulla struttura elettronica, a base quantomeccanica, della chimica odierna.

Del resto, nessuno mette in dubbio che lo studio dell'atomo compiuto a partire dagli esperimenti sui raggi catodici e sui vari modelli (cioè ricerche ben successive, dalla seconda metà dell'ottocento in poi), sia di pertinenza della fisica. Certo, l'atomo di J.J. Thomson o di Rutherford, o quello di Bohr-Sommerfeld, o quelli elaborati successivamente da altri fisici, in una modellistica progressiva, sono cosa diversa. Resta da vedere se ciò semplicemente demarchi la fisica della chimica, oppure abbia anche delle implicazioni (ed, eventualmente, quali) su come concepire, dottrinalmente, la didattica della chimica, e la relativa pedagogia.

È evidente che dalle due visioni discendono due diverse didattiche della chimica, ed anche due diversi modi di intendere il ruolo educativo e culturale della chimica (cioè, discendono quelle che potremmo chiamare, per quanto detto, *due «pedagogie della chimica»*).

In effetti, nella prima visione la didattica della chimica va impostata partendo dal presupposto che (ad una ricostruzione a posteriori e da un punto di vista superiore) l'approccio didatticamente più semplice ed immediato alla problematica chimica sia quello che si impernia sul concetto di atomo. Lo studio della sua struttura elettronica consente, in questa dottrina, un saldo fondamento della chimica generale, e quindi dell'inorganica e dell'organica.

Nella seconda, invece, questo viene considerato come un modo di porre la questione enormemente più arduo (dato che non a caso a conoscere l'atomo in quanto tale, e non in quanto componente di molecole, si sarebbe arrivati più tardi e con maggiore difficoltà che non a conoscere la molecola); e un modo storicamente ed attualmente non realistico. I sostenitori di questa seconda dottrina definiscono la prima come una visione «riduzionistica», in quanto nega alla chimica il suo specifico disciplinare (la molecola, appunto), riducendola ad una branca della fisica. Una branca alquanto improbabile, forse inesistente, e che per la sua difficoltà intrinseca sarebbe impossibile insegnare e studiare in modo pienamente scientifico ai livelli pre-universitari (anche se non si esclude che potrebbe prestarsi a delle speculazioni filosofiche interessanti). La chimica va insegnata, in questo contesto, a partire dal concetto di molecola.

Ai due modi di insegnare la chimica corrispondono due analoghi modi d'intendere anche il «fare chimica».

Notiamo poi che, a parte le superiori, l'insegnamento della chimica nei primissimi gradi di scuola può essere ipotizzato, progettato e svolto praticamente solo al livello molecolare. Ad esempio, giustamente i programmi elementari del 1985 escludono l'elettrone ed altre parti dell'atomo: lavorarvi con molecole (e quindi con atomi considerati sfere coerenti), non solo è possibile, ma diventa indicato (Blezza 1987, *op.cit.*).

A PROPOSITO DELLA TRASCURATEZZA DELLA CHIMICA NELLA SCUOLA ITALIANA

Alla trascuratezza della scienza nella nostra scuola, deliberata e perseguita coeentemente con un progetto politico e culturale oppressivo, si è accennato. A questo punto, è opportuna una riflessione su un altro dato di fatto storico: che, nella generale trascuratezza delle scienze, la chimica è la scienza in assoluto più trascurata.

A volte si adduce a spiegazione l'accusa (falsa, quanto propagandisticamente efficace) di essere responsabile di tanti guai attuali, dall'inquinamento alle adulterazioni alimentari. Al riguardo, più che obiettare che questo è un riproporre la confusione (voluta) destro-hegeliana tra scienza e tecnica, e che comunque la chimica serve anche a risolvere questi problemi, vale l'osservazione storica che tale trascuratezza ha radici ben più remote che non la stessa posizione di questi problemi e d'altri consimili.

Più interessante e meglio fondata è l'ipotesi che ciò si debba anche al fatto che a lungo si è ritenuto che la sola scienza di base fosse la fisica, essendone la chimica solo ... una branca. Le radici di questo errore di fondo sono storicamente ben precedenti che non la posizione dei problemi «chimici» predetti: peraltro, un tale errore si rischia di commetterlo anche attualmente, ad esempio con alcune tra le più vicine proposte di riforma del biennio medio-superiore nelle quali, ad un'indiscussa binalità della fisica, corrispondono dei tentativi di mettere un'annualità di chimica in serie con una di scienze naturali.

È chiaro che, se invece si riconosce che anche la chimica è una scienza di base, come ed assieme alla fisica, il cambiamento di impone da solo.

LA DIDATTICA DELLA CHIMICA SECONDO IL PARADIGMA ELETTRONICO: ALLE RADICI

Alla base della dottrina «elettronica» della chimica e della sua funzione educativa anche tramite la didattica, troviamo i testi classici del premio nobel Linus Pauling: in particolare il *General Chemistry* (San Francisco, W.H. Freeman & Co., 1947; ed. it.: Milano, Longanesi, 1960), e *La natura del legame chimico* (ed. it.: Roma, Edizioni Italiane, 1947; l'edizione originale è del 1940).

Questi, in effetti, ha esercitato una potente influenza nei progetti sperimentali per l'insegnamento di questa disciplina degli ultimi anni '50 (C.B.A. - Chemical Bond Approach del 1959; CHEM-Study del 1960; entrambi rientrati in quella stessa tematica nella quale s'inserirà lo studio pedagogico di Bruner). Un'influenza mediata l'ha esercitata anche sui vari studiosi (come ad esempio E. Cartmell, coordinatore del progetto a livello europeo, Hans Fromhertz, o M.B. Ormerod, realizzatore di modelli degli orbitali in plastica) e progetti europei successivi, come quello OCSE già citato e che vedremo, ed anche, ad esempio, il Nuffield Chemistry.

È in questo contesto che nasce l'idea di trattare i vari livelli energetici dell'elettrone, il principio di Heisenberg, gli orbitali nei loro quattro tipi, il principio di Pauli, e tutto questo concorre alla costruzione di quella didattica a base atomistico-elettronica.

Va peraltro osservato che già qui appaiono delle smagliature nell'impianto teorico, cui forse non sono estranei tanti «passaggi di mano». Manca, infatti, un concetto chiave, irrinunciabile per la costruzione teorica: l'equazione d'onda di Schrodinger. Inoltre, guardando a questi progetti in generale, la visione che vi viene data della quantistica appare semplificata molto, e forse troppo, tanto da non consentire di metterne alla prova sperimentale, o comunque empirica, fattuale, praticamente nessuno dei suoi vari aspetti qualificanti: il che, va detto, è pedagogicamente contraddittorio con qualsiasi discorso scientifico.

Ciò non toglie certo che la quantistica possa, ed anzi debba, avere al livello di scuola media superiore certi sviluppi: esigenze di formazione culturale completa in tal senso sono oggi ineludibili. Il che va evidentemente operato con molta maggior cautela, e soprattutto con una propedeutica adeguata. Ma che, poi, essa stessa possa essere a sua volta propedeutica della trattazione della chimica, è chiaramente molto dubbio.

Lo si osserva, pur con l'apprezzamento positivo dovuto, in educazione, ad ogni forma di pluralismo culturale.

IL PROGETTO O.C.S.E. DEGLI ANNI '60: LA PRIMA VERSIONE DELLA DIDATTICA DELLA CHIMICA DEL NOSTRO PAESE CON APPLICAZIONE DEL PARADIGMA ELETTRONICO

Un'applicazione di questa prima dottrina la ritroviamo nel progetto che ha influenzato più profondamente nella didattica della chimica del nostro paese. Si è trattato del «Progetto per un insegnamento moderno di chimica nella scuola secondaria», promosso dall'O.E.C.D.-O.C.S.E. fin dal 1960, cioè dallo stesso anno di costituzione di questo meritorio organismo internazionale. Il primo atto in tal senso è stato

rappresentato dallo storico congresso di Greystones (Irlanda, 19 febbraio-11 marzo 1960). Libri di testo, relazione finale e un repertorio di saggi in proposito (AA.VV., 1965) sono citati in bibliografia.

Detto piano didattico è stato oggetto di una nostra trattazione dettagliata in altra sede, cui si può rimandare per tutti i particolari che non è qui necessario replicare («Didattica delle scienze», n. 131, pag. 3-11 ottobre 1987).

Qui basterà, innanzitutto, evidenziare come vi fossero in quel progetto alcuni elementi rilevanti della pedagogia e della didattica scientifica, apprezzabili ancor oggi (cfr. Blezza 1989, *op.cit.*). Ad es.: la finalizzazione pedagogica, educativa e formativa e non «interna alla disciplina» né tecnico-professionalizzante; la scelta dei contenuti secondo criteri culturali e non pratico-applicativi; la stessa introduzione di una dimensione storica essenziale e che informa in modo molto netto vaste parti del «Progetto»; una proposta di pratica esplicitazione del rapporto tra teoria ed esperimento visibilmente diversa dal pur dichiarato induttivismo, che allora era imperante su questi progetti, e che oggi si può considerare finalmente superato.

La scelta per la dottrina atomistico-elettronica la si può evincere direttamente dalla scaletta degli argomenti della Lezione II (pag. 19-41 delle *Lezioni di chimica*, citate), paragonate al cenno storico da noi dato in precedenza: Richiami elementari di fisica; Gli stati d'aggregazione della materia; Sistemi omogenei ed eterogenei; Passaggi di stato; Reazioni chimiche. Elementi e composti; Legge di conservazione della massa; Considerazioni quantitative sulle reazioni e sui composti chimici; Legge delle proporzioni multiple; cui seguono, nell'ordine: Teoria atomica, Peso atomico, Molecole, Peso molecolare.

Questa scelta è, in parte, corretta da elementi accettabili anche nella seconda visione nelle lezioni III-V, dove (seguendo la storia ed altresì la via più semplice, anche didatticamente, e la più produttiva educativamente): il peso molecolare, con il volume molare, viene introdotto già alla lezione III (pag. 55-59 dell'*opera citata* con esercizi, a partire dalla legge di Avogadro), mentre il peso atomico è introdotto solo nella Lezione V (a pag. 83-95, ovviamente con la regola di Cannizzaro) ed al volume atomico viene dato solo un cenno al termine della lezione successiva.

Ma l'opzione dottrinale è chiara dalla scansione dei temi delle varie «lezioni»: II. La materia e le sue trasformazioni; III. I gas; IV. I liquidi e i solidi. Le soluzioni; V. Determinazione sperimentale delle formule e reazioni chimiche; VI. Gli atomi e le particelle che li compongono; VII. Struttura dell'atomo; VIII. Gli elementi e la loro classificazione; IX. Molecole in fase gassosa; X. Legami nei solidi e nei liquidi; e così via, per strade di sequenzialità più o meno consuete.

Il corso segue, quindi, prima la struttura dell'atomo, con riguardo sia ai due nucleoni principali (e difatti si parla anche di isotopi), sia gli elettroni; poi ci si concentra su questi ultimi, si citano la quantistica, gli orbitali, il principio di Pauli, la struttura elettronica; e quindi, da qui si fanno discendere sia la tavola periodica degli elementi (già corretta rispetto a quella di Mendeleev la quale, come noto, storicamente era stata costruita innanzitutto sui pesi atomici e non sui numeri, e difatti esibiva le tre ben conosciute coppie scambiate, od anomalie), sia i vari legami chimici (dai covalenti ai polari, fino al legame a idrogeno e alle forze di van der Waals), sia le caratteristiche degli elementi dei vari periodi (i metalli, esempio particolarmente evidente).

Per tutto ciò, si è detto, questo progetto è definibile epistemologicamente come «riduzionistico», al pari di tutti quelli impostati in modo analogo.

In questo stesso alveo, si collocano diversi libri di testo attuali. Tra questi, senza alcuna pretesa di rappresentatività, segnaliamo il diffuso *Corso (o Compendio di chimica moderna)* di R.C. Smooth, J.S. Price, R.G. Smith e G. Cacciatore (Firenze, Le Monnier, 1986 e 1987; ed or.: Bell & Howell co., 1983). Anche tale testo opera un inserimento abbastanza organico della dimensione storica, sulle basi pre-dette; e presenta altri pregi educativi e didattici.

Né è l'unico. Con un ricorso più o meno esplicito alla dimensione storica, vi troviamo il Rippa (Ferrara, Bovalenta, 1980), il Marcelli (Bologna, Paccagnella, 1984), e vari altri.

A parte va considerato il «Progetto azzurro», di A. Camilli, M. Valeri e J.A. Mackenzie (Paravia, Torino, varie versioni a partire dagli anni '70; cfr. Paravia, *op.cit.*). Questo è nato come evoluzione del progetto O.C.S.E.: e, in tal senso, presenta importanti progressi sul piano metodologico (Blezza 1989, *op. cit.*), pur collocandosi ancora, dottrinalmente, all'interno della prospettiva elettronico-atomistica.

LA CRITICA ALLA «DOTTRINA ATOMICO-ELETTRONICA», E LA DINAMICA DELLA CHIMICA SECONDO LA DOTTRINA MOLECOLARE

Una critica puntuale e dettagliata a questo complesso di elaborazione dottrinale con finalità pedagogico-didattiche è stata condotta, a più riprese ed in vari sedi, da Leonello Paoloni. Opera fondamentale è in bibliografia (1982): ad essa faremo alcuni riferimenti in seguito, ma, al riguardo, si possono leggere vari contributi, come quelli (suoi, e di altri) ai volumi in bibliografia curati da G. Cortini, G. Prodi, P. Antoniotti e L. Cerruti, ed altri ancora.

L'elaborazione di Paoloni non ha dato luogo ad un libro di testo, ma si è espletata in una serie di scritti e d'interventi rivolti sia agli insegnanti che agli studiosi di didattica, fondamenti e storia della chimica. Al termine, però, vedremo di fare riferimento al riguardo anche a libri di testo.

Quanto ai principi, possiamo descriverlo come una dottrina didattica storicizzata, a base assiomatica, e con una finalizzazione essenzialistica.

È ben vero che egli motiva fortemente l'esigenza di insegnare di più e meglio la chimica nella nostra scuola con il potente impatto di questa disciplina sulla società civile. Ma questo non dà spazio a didattiche strumentalistiche o comunque cognitivistiche «su base interna», cioè a programmi ridotti da quelli universitari: rischio, questo, che è realistico e sempre presente.

Al contrario, egli pone la tassonomia degli obiettivi del suo progetto in un modo che è particolarmente significativo anche sotto il profilo strettamente pedagogico:

- a) dare un esempio di metodo scientifico, con particolare riguardo per il rapporto esperimento-teoria, ed obiettivi minimi: conoscenze sulla natura dei corpi materiali viventi e non; comprensione dei fondamenti molecolari dei rapporti materiali tra uomo, altri viventi ed ambiente;

- b) mostrare la storicità della dottrina su tre aspetti: evoluzione dei postulati; evoluzione dei procedimenti per riconoscere e inventare molecole; evoluzione della società civile come organizzazione della produzione e come interessi economici dei gruppi sociali e loro ideologie;
- c) sviluppare le valenze politiche della conoscenza chimica, perché il sapere è condizione di decidere.

Egli dunque evita il rischio di cadere nel tecnicismo applicativo: per mirare all'essentialismo. Infatti, traccia una distinzione molto netta, e da prendersi ad esempio, tra quelle che chiama «componente dottrinale» e «componente tecnologica» della disciplina (Paoloni, *op. cit.*, pag. 19-20; riportato anche in Blezza 1989, *op. cit.*, pag. 66-67).

L'articolazione sequenziale dei contenuti, poi, è conforme alla storicizzazione integrale secondo la versione «molecolare» della dottrina chimica. E difatti, è suddivisa in due parti: quella della «chimica classica» (dal 1870 fino a decenni vicini) e quella della «chimica contemporanea» (con l'ingresso essenziale, ma successivo, mediato e non preliminare né propedeutico, della quantistica).

Afferiscono alla «chimica classica» la struttura particellare della materia, il concetto di mole, di atomo, di valenza, le formule chimiche e la periodicità delle proprietà chimiche. Alla «chimica contemporanea», la presenza di cariche elettriche nell'atomo, la periodicità delle proprietà fisiche, gli elettroni nelle molecole, il concetto di legame, il concetto di reazione chimica, formule di struttura e reattività.

Poi, secondo la visione della chimica qui adottata, si propone d'introdurre l'atomo non per via fisica, bensì distinguendo corpi semplici da corpi composti mediante varie forme di decomposizione chimica e chimico-fisica.

La metodologia da lui proposta è sistematicamente «per problemi» ed ipotetico-deduttiva: essa si impernia, infatti, su un'assiomatica della chimica, articolata in un sistema di dieci postulati che regge la programmazione didattica: cinque «classici» (pag. 20-21), e cinque «contemporanei» (pag. 83).

Questa didattica trova una sua concretizzazione, per certi aspetti, in vari volumi impostati alternativamente rispetto alla didattica «elettronica». Tra questi, ci piace segnalare il corso di L. Galzigna e M.P. Rigobello, *Chimica con mineralogia e cenni di chimica biologica* (Brescia, La Scuola, 1984). Tale testo consente altresì di evincere come elementi importanti della tradizione didattica disciplinare possano essere ripresi funzionalmente in questo nuovo contesto.

Mentre invece, per una didattica non tradizionale della chimica, storicizzata (seppure, come detto, per «small injections»), ma non rispondente al paradigma elettronico vale sopra di tutti l'esempio, precitato, dall'*I.P.S.*

Ciò, assieme ad altri suoi pregi culturali, può evincersi dalla scaletta dei temi: Volume e massa; Proprietà caratteristiche; La solubilità; La separazione delle sostanze: I composti; Gli elementi; Il modello atomico della materia; Il moto molecolare; Le dimensioni e le masse degli atomi e delle molecole. Notare, circa l'opzione dottrinale, che i composti vengono prima degli elementi.

Tale corso, quindi, più che un'integrazione con la fisica esaustiva della chimica in genere, costituisce un approccio particolarmente progressivo dal lato dell'articolazione di contenuti a parti cospicue della chimica generale.

Notiamo, al riguardo, che il messaggio profondo ivi contenuto (l'interdisciplinarietà) sarebbe incompatibile con la visione della chimica atomistico-molecolare (almeno al livello pre-universitario, mentre per i livelli successivi si potrebbe anche discutere). E sarà proprio questo elemento, così potentemente innovativo e perfino dirimpante rispetto alle tradizioni più cristallizzate, a fare da battistrada a tante proposte ed esperienze in tal senso: da quella cosiddetta d'insegnamento di «scienze coordinate» che comprendeva anche le scienze naturali (il cui studio è iniziato nel 1969, ed la cui sperimentazione si è svolta nel decennio seguente), alla proposta elaborata da una commissione mista tra l'Associazione per l'Insegnamento della fisica e la Divisione Didattica della Società Chimica Italiana nel 1984 («La chimica nella scuola», anno VI, n. 2, pag. 30-31, marzo 1984), fino al più recente e corrente «Progetto I.G.E.A.» (Indirizzo Giuridico Economico Aziendale, nel quale si prevede al biennio un corso di 4+4 ore settimanali di «Scienze della materia e laboratorio»).

UN'APERTURA AL FUTURO

L'autore della presente non è uno storico né un chimico: né pretendeva di collocarla nell'ambito più proprio della storia della chimica.

La ragione di fondo che ne ha mosso la stesura è consistita nell'intento d'individuare nella considerazione della dimensione storica un potente elemento di progressività nei campi della pedagogia della chimica e della relativa didattica.

A tal fine, non sono proponibili né conclusioni né processi d'esaurimento della casistica. L'unico termine proponibile è d'apertura agli sviluppi successivi. E ci sembra che la dimensione storica, così come da noi considerata, ne offra di sicuramente adeguati ad una ricerca che non può aver fine, come ogni ricerca sanamente scientifica.

Con l'avvertenza che, mentre la visione basata sul paradigma elettronico sembra aver già dato il meglio di sé, e comunque ha alle sue spalle decenni di sperimentazioni e di pratiche applicazioni alla didassi quotidiana (anche attraverso diffusi libri di testo), quella molecolare ci appare maggiormente suscettibile di sviluppi futuri, superiore in progressività, ed altresì maggiormente adatta ad un recupero in positivo di molti aspetti della nostra tradizione che, sulla scorta di progetti allogeni e che da tempo sono stati abbandonati come principi anche nei paesi d'origine, è stata a lungo (e poco proficuamente) trascurata.

Progressività virtuale ed inesplorata, e recupero funzionale delle tradizioni (un recupero che, nella versione di Paoloni, può estendersi ad importanti settori della storia umana e della storia del pensiero): ecco due criteri dai quali non può prescindere una scelta nel settore pedagogico ed in quello didattico, per il futuro dell'uomo che (ormai nessuno lo può più negare) ha bisogno anche della chimica, sia nella sua parte dottrinale, che in quella della sua applicazione tecnica.

LETTURE SCELTE

- AA.VV., *Chimica moderna*, Milano, Feltrinelli, 1965.
- AGAZZI E. (a cura di), *Storia delle scienze* (2 volumi), Roma, Città Nuova, 1984.
- ANTONIOTTI P. e CERRUTI L. (a cura di), *Atti del I convegno di storia della chimica*, (Torino, 6-8 febbraio 1985).
- BARGELLINI A. et al., *Problemi didattici relativi alle scienze matematiche e sperimentali nella scuola media e nella scuola secondaria superiore*, Bologna, Coassi, s.i.d.
- BLEZZA F., *L'insegnamento delle scienze*, Torino, SEI, 1987.
- BLEZZA F., *Educazione e scienza*, Torino, SEI, 1989.
- CALASCIBETTA F. e TORRACCA E. (a cura di), *Atti del II Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica*, (Roma, 16-19/12/1987).
- CORTINI G. (a cura di), *Le trame concettuali delle discipline scientifiche*, Firenze, La Nuova Italia, 1985.
- FERRONI E. (a cura di), *Orientamenti di ricerca educativa e didattica della chimica*, Firenze, Quaderni del Centro di Documentazione, 1984.
- LEICESTER H.M., *Storia della chimica*, Milano, ISEDI, 1978.
- LIBERTI A., *L'esperimento delle classi pilota per l'insegnamento della chimica*, Roma, Edizioni Ricerche, 1968.
- LORIA A. e SCIMENI B. (a cura di), *L'insegnamento della matematica e delle scienze sperimentali nella scuola secondaria superiore* (2 volumi), Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 1985.
- MICHELON G. (a cura di), *Atti del convegno «La formazione scientifica nella scuola media superiore: introduzione alla storia della chimica»*. (Venezia, 20-22/11/1986).
- O.C.S.E., *Lezioni di chimica - Manuale di esperimenti per le lezioni di chimica*, Roma, Edizioni Ricerche, 1963/64.
- PAOLONI L., *Nuova didattica della chimica*, Bari, Bracciodieta, 1982.
- Paravia (ufficio tecnico), *La chimica*, Torino, Paravia, 1983.
- PRODI G. (a cura di), *Nuovi traguardi per l'educazione scientifica. Atti del convegno*, (Arezzo, 24-28/10/1983).
- ROSSI P. (a cura di), *Storia della scienza moderna e contemporanea* (3 volumi su 5 tomi), Torino, UTET, 1988/89.
- VICENTINI MISSONI M. et al., *Conoscenza scientifica e insegnamento*, Torino, Loescher, 1983.