

La chimica nell'insegnamento interdisciplinare

di Giacomo Costa

La chimica, la fisica e le scienze naturali costituiscono ormai inscindibilmente il pensiero scientifico moderno. Si discutono le esigenze pedagogiche che impongono nelle prime fasi dell'insegnamento delle scienze nella scuola secondaria l'adozione del modo percettivo motorio e l'approccio interdisciplinare assieme alla fisica e alle scienze naturali biologiche ed abiologiche. L'analisi interdisciplinare dei fenomeni naturali e delle tecnologie, mostra la funzione indispensabile della chimica nella comprensione della natura.

La chimica è spesso considerata come una delle scienze fisiche, ed è definita, nell'Enciclopedia Britannica, attraverso alcune fra le sue tante aree di intervento, riconoscendo che: "The days are long past when one person could hope to have a detailed knowledge of all areas of chemistry..." (è passato da molto il tempo in cui uno poteva sperare di avere una conoscenza dettagliata di tutte le aree della chimica...). Noi non ci accontentiamo di definirla come una scienza "cumulativa". Non ci adattiamo neppure a giudicarla e a difenderla solo ricordando quanto sono essenziali e determinanti i suoi contributi, le sue ricadute sul progresso nella società, polemizzando con chi recentemente l'ha attaccata ricordando alcuni usi pessimi della tecnologia chimica. Ci uniamo invece a chi si deve porre i problemi epistemologici sulla chimica, a coloro che la insegnano, e sono costretti a difendere, nelle loro classi e nell'agone dell'opinione pubblica, le ragioni per le quali la chimica deve venire insegnata. Visto il drammatico calo delle vocazioni agli studi scientifici in generale, e in particolare ai corsi di laurea in chimica, penso che siamo quasi tutti d'accordo nell'accettare la difesa della chimica come la frontiera più esposta nella difesa della scienza, e quindi argomentando all'interno dell'area delle scienze fisiche e naturali. Anche la chimica è infatti, se accettiamo la definizione del Palazzi: ...il complesso ragionato e compiuto di cognizioni di un determinato ordine interno alle cose, ai principi che le reggono, e ai fenomeni che presentano.

Potremo forse affrontare (ed aggirare) le difficoltà di separare la chimica dalla fisica e dalle altre scienze naturali analizzando lo sviluppo storico di un "sapere" chimico all'interno delle scienze naturali. Il pensiero chimico è così ricondotto ad alcuni elementi del pensiero scientifico, ad un sapere che può essere considerato come esclusivo della scienza chimica. Il sapere scientifico nasce da una filiera, nella quale man mano si elaborano le conoscenze che vanno formandosi nel tempo. Non c'è costanza delle caratteristiche né continuità nelle uscite dei vari filii dalla fi-

G. Costa, Dipartimento di Scienze chimiche - Università di Trieste.
costa@dsch.univ.trieste.it



Figura 1 - Alcuni dei settori in cui è coinvolto il sapere chimico

liera della speculazione, tuttavia con essi va formandosi un tessuto nel quale lo storico colloca nella giusta prospettiva e dà il giusto valore alle esperienze effettuate in studi e laboratori fra loro culturalmente lontani, attivi in ambiti assai diversi. Si ricostruisce così la formazione del pensiero scientifico. Risaliamo così fino all'atomismo nella filosofia greca per riconoscervi i primi contributi al sapere chimico. E all'alchimia per riconoscervi sia la curiosità per le trasformazioni della materia sia la ricerca di trasformazioni nuove da utilizzare a scopi pratici. Lo storico della scienza analizza e discute oggi il significato epistemologico delle leggi ponderali nelle trasformazioni della materia e delle leggi dei gas, con una profondità che nessuno poteva raggiungere allora, poiché la nostra ricostruzione del progresso delle conoscenze è fatta alla luce di ciò che è stato scoperto dopo un tempo talvolta lungo. È infatti con inevitabile ritardo che, dal tessuto che ne è stato ottenuto, si riconosce l'importanza dei "filii" che sono andati a costituirlo.

Il modello atomico-molecolare con il quale oggi si descrivono i fenomeni di trasformazione della materia e la relazione fra struttura e proprietà della materia, si è andato formando con i fondamentali contributi concettuali della meccanica quantistica, mentre l'energetica e la dinamica dei processi chimici sono ben collocate nel mirabile edificio della termodinamica classica e nella termodinamica statistica. La strumentazione che ha portato a rivelare i fenomeni a livello atomico e molecolare e che oggi è indispensabile per il controllo e la documentazione dei fenomeni stessi è totalmente strumentazione chimico-fisica. Se l'individuazione e lo studio dei fenomeni nei quali è coinvolta la struttura dell'atomo sono stati indispensabili per rivelare le proprietà della materia alle dimensioni delle particelle elementari e gli aspetti energetici di questi fenomeni sono stati esaurientemente descritti con la termodinamica, il pensiero chimico utilizza oggi queste conoscenze per analizzare e sistematizzare l'infinita serie dei fenomeni naturali e per svilupparne un'infinita serie di processi nuovi. Il sapere chimico si è dunque formato sulla base della speculazioni sul mondo fisico e ha elaborato dalla vasta e intelligente esperienza delle trasformazioni della materia e sulle

basi teoriche della meccanica quantistica e della termodinamica i concetti fondanti e i paradigmi chimico-fisici sulle trasformazioni naturali che formano oggi l'esclusivo corpo di conoscenze della chimica. Per il fatto che il sapere chimico concerne qualunque trasformazione chimico-fisica della materia, permanente o transitoria, che coinvolga l'interazione tra atomi o molecole, la chimica è conoscenza di applicazione universale, indispensabile alla comprensione della più grande parte dei fenomeni naturali e delle trasformazioni introdotte dall'azione umana. Nell'esaminare i contenuti e l'evoluzione del sapere chimico nelle vicende storiche si incontrano, oltre che i debiti del pensiero chimico verso le scienze fisiche, anche i crediti che la scienza chimica ha con le altre scienze naturali, le scienze della vita e le scienze della terra. Non c'è infatti fenomeno naturale nel mondo dei viventi o della materia inorganica, come non c'è tecnologia che non ricorra al pensiero chimico per l'indagine al livello atomico e molecolare. L'interdisciplinarietà fra fisica, chimica e scienze naturali è dunque un'esigenza costante. Si può anche affermare, che se esistono le leggi universali della fisica, un pensiero chimico ed una vasta problematica nei fenomeni del mondo dei viventi e delle scienze della terra, si può affermare che la fisica, la chimica e le scienze naturali costituiscono inscindibilmente il pensiero scientifico.

Le interdisciplinarietà della chimica nell'organizzazione economica ed ecologica della società

In una società modernamente organizzata il sapere chimico è coinvolto con contributi diversi in molti settori ed a vari livelli. Alcuni di questi settori, i principali e solo a titolo di esempio, sono indicati in Figura 1. Nella sua funzione tecnica o di scienza applicata la chimica è, in tanti ambiti della società, una categoria organizzatrice. Con l'indicazione "chimica" si mette a disposizione, in ogni specifica struttura, un determinato sapere con le modalità più efficienti. In ognuno di questi ambiti la chimica si organizza insieme ad altre competenze tecniche e scientifiche, ma anche economiche e sociali, che possono essere in generale considerate allo stesso titolo della chimica, "discipline" e costituiscono quindi un'alleanza interdisciplinare.

L'interdisciplinarietà nella ricerca scientifica e nell'insegnamento universitario

Nella ricerca scientifica pura o di base, i temi della chimica sono specifici e l'interdisciplinarietà è un problema eventuale e marginale. La libertà di ricerca rende difficile un'organizzazione dei temi che i gruppi di ricerca vanno proponendo, e rende in qualche misura arbitraria o guidata da obiettivi eterogenei, la formulazione di indirizzi di ricerca nei piani pubblici e privati a diversi livelli. Non così evidentemente nella ricerca applicata e di sviluppo dove la chimica entra come categoria organizzatrice insieme ad altri saperi, in programmi interdisciplinari, proposti in qualcuno degli ambiti delle attività economiche o ecologiche, di cui solo alcuni sono schematizzati nella Figura 1. Concomitante ed ov-

via è la libertà che si deve concedere alla competenza e originalità del docente per l'insegnamento all'Università, sia per la chimica di base sia per la chimica specialistica e per eventuali ma sempre più frequenti contenuti interdisciplinari.

L'interdisciplinarietà nella scuola secondaria

L'educazione scolastica è evidentemente cruciale per stimolare, nell'età più sensibile, le vocazioni agli studi scientifici e invertire il loro drammatico calo. In questa fase dell'insegnamento l'obiettivo principale è il recupero dell'interesse dei giovani per il pensiero scientifico. È anche importante stabilire un più corretto rapporto fra il pensiero strutturato e referenziale della scienza e la sua divulgazione concentrata sull'effetto veloce e acritico della meraviglia generata dall'immagine. È inoltre nella scuola che il problema dell'interdisciplinarietà fra le scienze naturali si presenta in modo determinante. Nella scuola esse sono a pieno titolo "discipline" in quanto saperi organizzati per le esigenze della formazione culturale e professionale. L'organizzazione ha

quindi particolare riguardo alle esigenze proprie della scuola, e cioè agli obiettivi e alle necessità pedagogiche. Nell'attuale processo di riforma della scuola gli obiettivi sono di natura politica, sono di fatto indicati dal potere politico e codificati nei "profili educativi, culturali e professionali" alla fine dei cicli scolastici.

Le necessità pedagogiche, che invece non possono essere soggette a indirizzi politici, sono rappresentate, nell'età evolutiva, dalle capacità di apprendimento degli allievi nelle diverse fasce di età. Occorre distinguere infatti due diversi modi di apprendere: il modo percettivo-motorio e il modo simbolico-ricostruttivo. Il primo conta sulla percezione della realtà con la vista, l'udito, il tatto e sull'esperienza degli effetti della propria azione (motoria) sulla realtà stessa. È tipicamente il modo di apprendere del neonato, ma è anche quello che correntemente usiamo anche in seguito, per usare strumenti più com-

piessi (il computer? l'automobile?) senza ricorrere a ricette o a teorie. È dunque al modo percettivo motorio che si deve ricorrere nell'avviare il bambino alla conoscenza della natura e delle tecnologie che lo circondano, ed in particolare della chimica. In questa fase non vi è esplicita interdisciplinarietà, poiché la mente del bambino non è pronta ad assimilare i concetti astratti e le dimensioni spaziali e temporali propri della chimica.

Con l'apprendimento esperienziale nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria si avvia il bambino al pensiero scientifico guidandolo allo sviluppo della percezione, educandolo all'osservazione della realtà fisica e conducendolo a registrarne consapevolmente quei caratteri che faranno in seguito oggetto delle sue prime riflessioni "scientifiche". Si tratta insomma di insegnare a pensare. Non vi è, in questa fase, alcuna partecipazione delle discipline, ma solo un avvio al pensiero e al metodo, comune a tutte le discipline scientifiche, nello studio della realtà fisica. L'approccio è sostanzialmente sistemico, in quanto gli oggetti dell'osservazione e il loro comportamento devono essere classificati e descritti in base a caratteristiche direttamente percepibili e rappresentabili senza il ricorso alle classificazioni disciplinari.

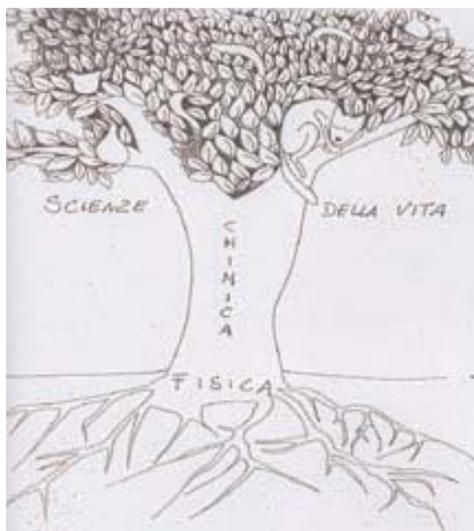


Figura 2 - Il sapere chimico traduce le leggi della fisica nel linguaggio concettuale necessario alla comprensione della natura

In una fase immediatamente successiva, con opportuna scelta del sistema, il giovane potrebbe essere guidato a scoprirne alcune componenti individuabili come fenomeni fisici o chimici o chimico-fisici in un processo biologico o in una tecnologia. Si possono poi raggruppare sistemi caratterizzati da particolari associazioni di comportamenti e fenomeni, come ad esempio quelle che si trovano tipicamente negli organismi viventi e adottare un approccio riduzionista per individuare, nel comportamento del sistema, il fenomeno meglio descrivibile come fenomeno chimico o fisico, o altrimenti come caratteristica esclusiva dell'organismo vivente o del sistema inorganico. Si introducono così, come categorie organizzatrici, distinguendole l'una dall'altra (anche se spesso con ampi margini di incertezza) le discipline. Nel raccogliere i fenomeni convenzionalmente chimici separatamente da quelli fisici interviene l'approccio disciplinare e, allo stesso momento, nella massima parte dei casi, viene rivelata l'interdisciplinarietà della natura e, generalmente, anche della tecnologia. A questo livello di trattazione dei fenomeni l'ampiezza, la varietà e il dettaglio delle conoscenze che si devono trasmettere richiede l'insegnamento nel modo simbolico-ricostruttivo.

Si tratta cioè di introdurre termini "tecnici" propri delle diverse categorie di fenomeni e dei concetti fondanti delle diverse discipline, usando "simboli", parole o formule alle quali, non potendo sottoporli alla diretta percezione si deve "dare significato" attraverso modelli di strutture e di comportamenti. È evidente il carattere interdisciplinare di questo percorso, che deve rispondere alla graduale crescita della facoltà di assimilazione di concetti astratti da parte degli allievi, e la sua caratteristica non lineare, dal punto di vista disciplinare, che lo distingue dai percorsi strettamente disciplinari e lineari per l'insegnamento universitario delle discipline. Nella scuola secondaria il rapporto fra le scienze naturali è particolarmente critico per la chimica, che è di solito perdente, come dimostrato dal maggior calo delle iscrizioni ai corsi di laurea universitari. Due sono, a nostro giudizio, i principali motivi. Il primo è la relativa assenza del modo percettivo-motorio, per il quale è indispensabile il laboratorio con adeguata attrezzatura e pianificazione didattica. È invece prevalente il carattere simbolico-ricostruttivo dell'insegnamento della chimica e l'ampio ricorso a formule, simboli e modelli spesso poco o affatto intuitivi per i concetti fondanti. È spiegabile così l'effetto anti-chimica della stechiometria o dei tentativi di "spiegare" il comportamento chimico con gli orbitali atomici. Il secondo motivo è proprio l'assenza dell'ottica interdisciplinare, la sola che permette di mostrare che il pensiero chimico traduce le leggi della fisica nel linguaggio concettuale necessario alla comprensione della natura (Figura 2). È stato sperimentato l'uso del laboratorio interdisciplinare per utilizzare al massimo i vantaggi del metodo percettivo-motorio nel primo ciclo scolastico. A Trieste è stata data ai giovani degli ultimi anni del liceo la possibilità di trascorrere qualche giorno in un laboratorio chimico universitario solo per osservare il lavoro dei ricercatori e discutere con loro gli scopi della ricerca e l'uso delle apparecchiature. La prima iniziativa ha incontrato l'adesione entusiasta di molti docenti, condizione che dimostrerà immancabilmente l'opportunità di estenderne l'adozione. La seconda ha portato, in due anni, al raddoppio del numero di iscrizioni al corso di laurea in chimica. È abbastanza per auspicarne l'introduzione in altre sedi.

Fluidtrans Compomac 2004**18-21 febbraio, Milano**

Biennale Internazionale delle trasmissioni di potenza e movimento, comandi, controlli e progettazione

F&M Srl

Via Caldera 21-C

20153 Milano

Tel. (02) 40949360

Fax (02) 40949368

www.fieremostre.it**Chem 2004****26-29 febbraio, Atene (GR)**

6ª Mostra Internazionale di Chimica, Ambiente e Acqua

Kladikes Emporikes Ektheseis

Tel. (0030) 16844961

Fax (0030) 16441796

kee-expo@otenet.grwww.kee-exhibitions.gr/chem.html**Pittcon 2004****7-12 marzo, Chicago (Illinois, Usa)**

Mostra-Convegno dedicata alla scienza di laboratorio

Segreteria

300 Penn Center Boulevard

Suite 332 Pittsburgh, PA 15235 Usa

Tel. (001) 4128253220

Fax (001) 4128253224

www.pittcon.org**Water China 2004****10-13 marzo 2004, Guangzhou (Canton)**

Mostra sul trattamento delle acque e sulle tecnologie ambientali in Cina

Seint

Milanofiori F1

20090 Assago (MI)

Tel. (02) 8253326

Fax (02) 8255019

www.seint.com**Sep****17-20 marzo, Padova**

Salone Internazionale delle Ecotecnologie

Antonio Bressan

PadovaFiere

Via Tommaseo, 59

35131 Padova

Tel. (049) 840515

Fax (049) 840532

www.padovafiore.it**T-Plas****17-20 marzo, Bangkok (Tailandia)**

Salone internazionale della plastica e della gomma per la Thailandia e l'Indocina

Messe Düsseldorf Asia Pte

55 Market Street 09-01 Sinsov Building

Singapore 048941

Tel. (0065) 63329620

Fax (0065) 63329655

www.tplas.com