La chimica come economia della natura

Giorgio Nebbia

Parlare di chimica è spesso come presentare nella buona società una sorella dai trascorsi burrascosi. “Chimica” è parola sgradevole per molti orecchi, soprattutto poco informati, per vari motivi apparentemente contrastanti.
Il primo è rappresentato dal modo in cui i grandi mezzi di informazione parlano di cose nelle quali la chimica è coinvolta; non ci mancavano altro che gli attentati con “armi chimiche”, in aggiunta agli incidenti “chimici”, all’uso sconsiderato della “chimica” in agricoltura, eccetera, per enfatizzare qualsiasi cosa sgradevole associandola all’aggettivo “chimico”. Non c’è dubbio che incidenti industriali, intossicazione di lavoratori nella fabbriche, inquinamenti dell’ambiente hanno luogo spesso in fabbriche chimiche o che trattano prodotti chimici e ad opera di sostanze chimiche. Non c’è dubbio che molte fabbriche producono sostanze chimiche pericolose, talvolta inutili, talvolta oscene come gli agenti di guerra, dai gas asfissianti a quelli lacrimogeni e paralizzanti.
Non c’è dubbio che la scoperta di frodi, di sostanze tossiche anche nelle acque e nei cibi, di erbicidi nei pozzi sono la conseguenza di un uso improprio e violento di sostanze chimiche e che giustamente un vasto movimento popolare chiede più severe regolamentazioni nella produzione, nella circolazione e nell’uso di prodotti chimici industriali e commerciali.
Il secondo motivo della dubbia fama della chimica sta nella maniera in cui la corporazione dei produttori chimici reagisce alle critiche di quelli che sono sbrigativamente liquidati come “ecologisti” o “verdi”. La risposta messa in circolazione attraverso male orchestrate campagne di stampa è melensa e poco convincente e suscita una reazione di rigetto nell’opinione pubblica. Non basta mobilitare grandi compagnie di pubblicità e pubbliche relazioni per essere credibili e convincenti quando si presenta l’immagine che la chimica è per definizione buona e benefica per l’umanità e che pertanto i fabbricanti di prodotti chimici devono essere apprezzati e lodati come coloro che diffondono il bene insito “nella chimica”.
Anche qui l’eccesso di zelo degli apologeti cade spesso nel ridicolo. Non c’è dubbio che le sostanze presenti nel sangue sono costituite da molecole chimiche - e che altro dovrebbero essere? - e che il cibo necessario per la sopravvivenza, i farmaci che salvano la vita dei malati, i coloranti che abbelliscono i tessuti, i cosmetici che rendono gradevole e pulito l’aspetto, sono fatti di sostanze chimiche. Non c’è dubbio che sono chimiche - anche se in genere maneggiate da non-chimici - le analisi che consentono di riconoscere le malattie.
Ma è altrettanto vero che la storia degli anni recenti è piena di episodi di danni alla salute e all’ambiente provocati da industrie e sostanze chimiche non perché tali sostanze sono “chimiche” ma perché sono stati imprudenti e incapaci i produttori, i trasportatori, gli utilizzatori. E non giovano né alla “chimica”, né agli imprenditori le difese di ufficio fatte da volonterosi “scienziati” e accademici i quali ridicolizzano i critici e la loro ignoranza. Tali difese hanno il sapore di cose già ascoltate: anche gli industriali inglesi del 1800 rispondevano alla contestazione di coloro che volevano che fossero migliorate le condizioni di lavoro nelle fabbriche, mobilitando “gli scienziati”. È rimasto celebre il dottor Andrew Ure (1778-1857), chimico e merceologo, che, pieno di zelo, ha scritto un intero libro, “La filosofia delle manifatture” (Londra, prima edizione 1835, terza edizione 1861; una

traduzione parziale in italiano è stata pubblicata nella "Biblioteca dell'economista", seconda serie, volume 3, dall'Unione Tipografico-editrice di Torino nel 1863), per dimostrare come il lavoro nelle filande e nelle miniere fosse giovevole alla salute dei fanciulli, tolti dalla strada e dai suoi vizi.
Il terzo motivo, legato ai due precedenti, del poco buon nome della chimica nell'immaginario popolare, sta nella diffusa ignoranza della chimica. Persone colte e intelligenti, che sanno parlare con competenza di letteratura e musica e arte, "intellettuali", come si suol dire, si azzardano, forti della loro ignoranza chimica, ad esprimere giudizi spesso insensati sui guasti e sui vizi della "chimica".
Non c'è dubbio che la chimica si insegna poco e spesso male nelle scuole secondarie superiori - dove pure circa 400 mila studenti ogni anno sono "costretti" a seguire un qualche corso di chimica - sulla base di testi che talvolta (spesso) sono modesti e noiosi. Quel poco di nozioni appiccicate alla mente, talvolta senza andare al di là di poche frasi fatte, ripetute come litanie, sono il terreno ideale per fare nascere idee distorte e luoghi comuni e vere sciocchezze. Non c'è perciò da meravigliarsi se molti giornalisti, parlamentari, amministratori, spesso persone colte e attente, straparlano quando si tratta di esprimere dei giudizi sulla chimica, sull'effetto serra, sulle marmitte catalitiche, sulle virtù di cosmetici o sui danni dell'ozono (poco conta se troposferico o stratosferico).
Si aggiunga che la situazione è scoraggiante benché in Italia esistono decine di migliaia di laureati in chimica, centinaia di professori universitari di discipline chimiche: la loro voce si sente troppo poco e quasi niente, come se ci fosse un pudore nell'intervenire e nel parlare della loro scienza. Una volta Linus Pauling (1901-1994, premio Nobel per la chimica e poi premio Nobel per la pace) scrisse che bisogna invece imparare a parlare a qualcuno che non siano le proprie provette. La stessa massima società italiana dei chimici, la Società Chimica Italiana, con poche migliaia di soci, per lo più membri del mondo accademico, con prestigiose riviste, peraltro a limitatissima circolazione, per l'opinione pubblica è sconosciuta, come se non esistesse.
A differenza di altre società chimiche nazionali e in particolare di quella americana, la American Chemical Society, che pubblica un settimanale, il notissimo *Chemical and Engineering News*, che "tira" circa un milione di copie (la metà della tiratura, da primato, di Famiglia Cristiana), che mobilita i suoi soci, anche quelli in pensione, perché parlino del loro lavoro nelle televisioni e radio locali, che organizza giornate nazionali della chimica, Olimpiadi della chimica, che induce il governo a stampare francobolli commemorativi della chimica e dei chimici, eccetera.
Questo stato di cose fa sì che in Italia esistano pochissime riviste di chimica, con limitata circolazione, nessuna a carattere veramente divulgativo e popolare, che siano soltanto pochi o pochissimi i libri divulgativi di chimica, le cui conoscenze per il grande pubblico sono affidate al breve incontro, al liceo, con i testi di scuola.
Mi vengono in mente le "Lettere sulla chimica" che Justus von Liebig (1803-1873) pubblicava a puntate *sull'Augsburger Allgemeine Zeitung* e che raggiunsero, nel corso degli anni, il numero di cinquanta, raccolte in vari volumi, tradotte in tutte le lingue e anche in italiano, a mano a mano che apparivano in tedesco, e che ebbero un grandissimo successo popolare. Il 200° anniversario della nascita di Liebig, nel 2003, è stato dichiarato in Germania "Jahr der Chemie". A proposito della divulgazione della chimica raccomando la lettura del

recente libro, “Communicating chemistry. History of textbooks in Europe between 1789 and 1930”, di Bernadette Bensaude-Vincent, e Anders Lundgren, Cambridge, 1999.
Non c’è in Italia un buon dizionario o una buona enciclopedia popolare di chimica. È abbastanza naturale che perfino i traduttori degli articoli di giornali stranieri storpino i nomi chimici, con silicio che diventa silicone e viceversa, iodio che diventa iodino, carboidrati che diventano idrocarburi, anidride carbonica che diventa ossido di carbonio, e così via.
Eppure mai come in questo inizio del XXI secolo, una cultura chimica è essenziale per difendere la salute dei cittadini e anche per ridare fiato ad un asfittico settore industriale. Mai come in questo momento i problemi chimici sono centrali per l’economia e per il progresso. Basta leggere la Gazzetta ufficiale delle Comunità europee o quella della Repubblica italiana per vedere che sempre più spesso ci sono interi fascicoli, dei veri volumetti, pieni di informazioni chimiche, di formule, di sinonimi, di proposte di unificazione, pieni di metodi di analisi standardizzati per riconoscere la purezza delle sostanze, per sconfiggere le frodi, per svelare gli inquinamenti. La sigla CAS del Chemical Abstracts Service (l’enorme raccolta, annuale, delle citazioni e riassunti, abstracts appunto, delle pubblicazioni scientifiche di chimica) è usata anche nei testi di legge dove accompagna ormai il numero, la sigla e il nome delle sostanze che entrano nei medicinali, nei cosmetici, nei pesticidi, eccetera.
Mai come in questo momento la sopravvivenza civile dei paesi industriali dipende dal potenziamento dei servizi pubblici di controllo dei prodotti e dell’ambiente, servizi che richiedono metodi chimici di indagine praticati da chimici. Con tutto il parlare che si fa di unità europea, bisogna renderci conto che potremo essere veramente europei soltanto se dimostreremo di avere strutture pubbliche e imprese private avanzate e moderne e in tale progresso un ruolo determinante ha la chimica e hanno i chimici. Mai come in questo momento ci sarebbe bisogno di laureati in chimica preparati, orgogliosi della loro cultura e della loro competenza e capacità, consci del ruolo che possono avere nella collettività civile.
Con tutto il rispetto per le altre scienze della natura e sperimentali, la chimica è forse l’unica che offre la saldatura fra le leggi fondamentali della materia e l’applicazione di tali leggi alla vita quotidiana, dal metabolismo del cibo alla bellezza dei colori delle ali delle farfalle o dei petali dei fiori, ai grandi flussi di materia che stanno alla base dell’economia.
La chimica è infatti la scienza della contabilità della natura. Il bilancio delle reazioni chimiche è un bilancio “economico”: esso, per definizione, deve essere in pareggio, tutto quello che c’è a sinistra di una formula si deve ritrovare a destra: la materia si deve sempre ritrovare tutta. E qui troviamo subito la diversità fra la contabilità della natura e quella della “economia monetaria”. Anche gli economisti dei soldi fanno della contabilità: i soldi spesi devono essere uguali a quelli guadagnati. Ma le “cose” materiali che sono descritte con gli scambi monetari sono soltanto una piccola parte di quelle che interessano la vita reale.
Nel bilancio di una fabbrica, per esempio, la contabilità monetaria tiene conto soltanto delle materie che si comprano e si vendono. Se pensiamo ad una fabbrica di acciaio contano il minerale di ferro e il carbone, che si ottengono in cambio di soldi, ma nella contabilità
monetaria non figura l’ossigeno che si ottiene gratis nell’aria che serve per bruciare parzialmente il carbone trasformandolo in ossido di carbonio che riduce gli ossidi di ferro in ferro e ghisa. La ghisa e l’acciaio e l’energia entrano nella contabilità economica perché si comprano e si vendono, ma nella reazione si formano - una cosa ovvia e banale per un chimico - polveri e anidride carbonica e ossido di carbonio e scorie che non figurano nella contabilità economica perché vengono gettati nell’atmosfera o in una discarica. Salvo

accorgersi un giorno che le popolazioni protestano per i fumi che sono “cose” materiali e di cui bisogna misurare quantità e composizione chimica, e che bisogna filtrare e abbattere o raccogliere per non inquinare l’aria o il suolo.
La contestazione ecologica è nata proprio dall’attenzione prestata agli effetti negativi di tutte le cose che la chimica conosce da sempre - quelle che si trovano a sinistra e a destra di ciascuna formula - ma che l’economia tradizionale e la pratica dell’operare hanno a lungo ignorato. Da qui l’importanza e la grande attualità del valore educativo della contabilità chimica.
Un minimo di attenzione chimica può suggerire a coloro - tutta l’intera popolazione - che utilizza la cucina, il lavandino, il secchiaio o il gabinetto - veri laboratori chimici - che tutta la massa dei materiali trattati, compresi i gas dell’aria che “si compra” gratis dall’atmosfera, si ritrova poco dopo nell’aria come gas, ma di diversa composizione, che i residui di cibo, le soluzioni saponose, gli escrementi che escono dalla nostra vita quotidiana non scompaiono ma vanno a finire nelle fogne e poi nei depuratori e nei fiumi e nel mare. La contabilità e l’ecologia dell’ecosistema domestico, sono altrettanto importanti come l’ecologia della fabbrica o della città.
Della buona chimica è indispensabile per fare delle buone leggi contro l’inquinamento e delle buone e sensate azioni per il riciclo dei materiali presenti nei rifiuti, per avviare indagini di bonifica dei territori contaminati da attività produttive precedenti. È anzi questo un campo in cui si saldano interessi di natura geografica e storica; quali processi si sono svolti nelle fabbriche che occupavano un territorio? quali materie - tutte chimiche - venivano trattate e trasformate ? quali scorie venivano prodotte? dove sono finite e come è possibile toglierle dai loro depositi o diminuirne le nocività?
Buona chimica è necessaria per progettare prodotti e materiali e manufatti in vista del loro intero ciclo vitale che comprende, ripeto, materie dotate di valore monetario e materie che finiscono nei corpi riceventi della natura, rigettate senza alcuna spesa monetaria, ma con elevati costi sociali e sanitari e ambientali.
Buona chimica - e adeguati e buoni controlli chimici - sono necessari per le procedure per l’assegnazione di eco-etichette con analisi che vengono indicate “dalla-culla-alla-tomba”; altrimenti delle procedure che dovrebbero difendere i consumatori e l’ambiente si trasformano in pure operazioni pubblicitarie. E quanta chimica sarebbe necessaria per verificare le, e informare i cittadini sulle, tanto dichiarate affermazioni di virtù ecologiche di tante merci che entrano nel mercato con grandi richiami pubblicitari.
A questo proposito una società moderna avrebbe tutto l’interesse a potenziare, anzi a resuscitare, quelle strutture che erano i laboratori chimici “di igiene e profilassi”, che nelle intenzioni dei legislatori di cento anni fa furono creati riconoscendo che la prevenzione delle malattie - la profilassi, appunto - sarebbe stata possibile soltanto attraverso le analisi chimiche degli alimenti, del cibo, delle acqua, dei prodotti usati in agricoltura, e poi, dagli anni cinquanta in avanti, attraverso un controllo chimico delle condizioni di lavoro, dell’inquinamento atmosferico, dello smaltimento dei rifiuti. Non a caso la direzione del primo laboratorio di igiene e profilassi francese fu affidata al chimico Louis Pasteur (1822-1895).
La polverizzazione delle competenze nel settore sanitario e della lotta alle frodi alimentari, nel settore dei controlli ambientali, e di quelli in campo agricolo e delle stesse dogane, da cui tanti chimici sono poi passati sulle cattedre universitarie di merceologia, ha impoverito la

capacità di indagine, di controllo e di analisi delle uniche strutture che possono davvero prevenire le malattie. Proprio quando l'unificazione, il coordinamento e il potenziamento della parte chimica avrebbero potuto rappresentare la vera soluzione.
Sorprende (o non dovrebbe sorprendere?) che il mondo politico, economico e lo stesso mondo imprenditoriale prestino così poca attenzione agli strumenti conoscitivi chimici che sono essenziali per un genuino sviluppo economico.
La conoscenza chimica consente la spiegazione di come sono fatti e come possono essere prodotti le cose, gli oggetti, i materiali presenti in natura e nella vita quotidiana. La chimica è nata con l'obiettivo di spiegare e descrivere fenomeni naturali e, nello stesso tempo, di risolvere problemi pratici: la sbianca e la tintura dei tessuti, la conservazione dei cibi, la concia delle pelli, la fermentazione del pane. La ricerca scientifica chimica è stata originata e ha avuto i suoi massimi successi in relazione a problemi "pratici": dal premio Nobel a Fritz Haber (1868-1934) per la scoperta delle condizioni che consentono la sintesi dell'ammoniaca, al premio Nobel a Giulio Natta (1903-1979) per le scoperte che hanno permesso di sintetizzare il polipropilene.
Mi viene ancora in mente il chimico Liebig che, nel suo laboratorio di Giessen, insieme agli esperimenti di analisi chimica, prestava attenzione ai problemi sociali della prima rivoluzione industriale, a come alleviare la scarsità di alimenti che colpiva le masse di proletari affamati d'Europa, che si occupò di aumentare le rese agricole, che stimolò l'utilizzazione del nitro del Cile come fonte di azoto e dell'acido solforico per rendere solubili i fosfati naturali, che spiegò al pubblico l'importanza della carne e che, per superare le difficoltà del trasporto della carne dai pascoli del sud America all'Europa con le lente navi a vela senza frigoriferi, "inventò" l'estratto di carne e stimolò la costruzione della fabbrica di Fray Bentos in Uruguay, contribuendo ad avviare l'industrializzazione del paese sudamericano. Quel Liebig che, a riprova dello stretto rapporto fra chimica e economia, nella celebre "undicesima lettera" scrisse, sia pure con un po' di ingenuità, che il consumo di acido solforico è un indice dello sviluppo economico di un paese e il consumo di sapone è un indice della sua civiltà.
Benché la chimica aiuti a capire e spiegare tanti aspetti fondamentali della vita - perché certe merci inquinano, quale è la composizione dei rifiuti - si ha l'impressione che la chimica della cucina e del gabinetto abbiano poco spazio e dignità nell'insegnamento chimico. I merceologi, per esempio, che sono i chimici che si occupano di questi aspetti volgari della chimica, sono in genere considerati chimici di seconda classe.
Una migliore cultura chimica aiuterebbe anche molte altre attività e discipline. Si pensi, per esempio, al vuoto culturale esistente in Italia nel campo della storia della chimica, della storia della farmacia, della storia della merceologia, e lo si confronti col fatto che lo storico di professione, o l'archeologo sempre più hanno a che fare con problemi chimici che affrontano talvolta male, superficialmente, talvolta balbettando cose inesatte, con una crescente difficoltà di incontro con i professionisti che sanno di chimica.
Probabilmente una intelligente spiegazione dell'importanza degli aspetti "pratici" della chimica aiuterebbe il pubblico a riconoscere in essa non solo una scienza vicina alla vita quotidiana, ma anzi la scienza prima della vita e delle cose che ci circondano.
C'è un altro aspetto meno noto della chimica. All'opinione pubblica, ma anche agli studenti medi, la chimica appare una scienza consolidata, piena di certezze; se qualcosa di nuovo appare all'orizzonte lo si deve cercare nei favolosi orizzonti delle biotecnologie o dei materiali avanzati, come si suol dire. Una impressione sbagliata: il mondo che ci circonda è

ancora pieno di misteri chimici, anche nei campi più banali. Si parla, per esempio, di amido, di lignina e di cellulosa, le pietre fondamentali del mondo vegetale. La cellulosa attrae l'attenzione come ingrediente della carta, l'amido come ingrediente del pane e della pasta e, più recentemente, della finta "plastica" biodegradabile. E invece siamo di fronte ad un campo pieno di misteri. Ogni vegetale contiene amido, lignina, cellulosa, con caratteri differenti da altri; la composizione di queste macromolecole ha carattere statistico per cui si deve parlare al plurale di amidi, cellulose, eccetera.
Con un poco di attenzione e di curiosità si scopre, per esempio, che i diversi cereali hanno amidi di diverse qualità, tanto è vero che con alcuni (il grano) si riesce a fare il pane e con altri (come il mais) no. La stessa caratterizzazione dei cereali e dei relativi sfarinati sulla base dell'amido, delle proteine, dei grassi e delle ceneri è una grossolana approssimazione. Si intuisce, ma se ne sa ben poco, che amido, proteine e grassi sono uniti fra loro in "complessi" grassi-proteine, amido-grassi, amido-proteine; la loro esistenza potrebbe spiegare il fatto che il grano duro ha caratteri diversi dal grano tenero, benché all'analisi chimica grossolana i principali componenti siano in quantità quasi uguali. Fra i misteri chimici del pane c'è il fenomeno del rinvenimento, per cui nel pane raffermo, "vecchio" di due o tre giorni, riscaldato, la mollica ritorna elastica come nel pane appena sfornato, anche se questo carattere scompare dopo poche ore.
Una migliore cultura chimica permetterebbe di chiarire alcuni "grandi" misteri, come il buco dell'ozono stratosferico o l'effetto serra dovuto alle modificazioni chimiche dell'atmosfera, ma permetterebbe anche di capire e di conoscere meglio tantissime altre cose, negli alimenti, nei cosmetici, nelle tinture e nei preparati per ondulare i capelli, nelle precauzioni da prendere quando si deve lavare e stirare, nei meccanismi - chimici - con cui funzionano le fotocelle solari o le macchine per trasmissione in facsimile, più note come "fax", o i "cuori" dei computers e dei telefoni cellulari, tutti oggetti che stanno alla base di produzioni e di consumi di massa. Se se ne sapesse di più, forse molti pericoli e inconvenienti ed errori sarebbero evitati.
Un altro importante aspetto del valore educativo della chimica sta nell'abitudine a pensare a tre dimensioni. Tutte le cose sono a tre dimensioni, ma noi siamo abituati a disegnarle su un foglio, su un piano. La conoscenza chimica offre continuamente l'occasione per aiutare a immaginare, a pensare e a "vedere" i corpi nello spazio. La molecola dell'acqua acca-due-o, H-O-H, deve tutte le sue stranezze, fondamentali per la vita, proprio al fatto che ciascuna molecola si lega *nello spazio* non solo alle altre molecole di acqua, ma a tutti i corpi a cui si avvicina e con cui viene a contatto.
La chimica del carbonio deve la sua bellezza e il suo fascino proprio al carattere tridimensionale degli atomi e delle molecole e, anche se ce ne siamo dimenticati, la scoperta di tale carattere fu una vera rivoluzione culturale. Purtroppo non possiamo fare a meno, per ragioni pratiche, di scrivere le formule su un piano, ma forse questo stesso limite è un'occasione per ricordare continuamente che le molecole sono sempre tante, tutte insieme e distribuite in tutte le direzioni.
Alla fine degli anni quaranta del secolo scorso il chimico americano Linus Pauling ebbe, come sopra ricordato, il premio Nobel per aver "pensato" che le molecole delle proteine fossero disposte ad elica, come si vide sperimentalmente meglio in seguito. Questa intuizione da sola permise di risolvere tutti i misteri del comportamento delle proteine, pietre costitutive fondamentali della vita. Una decina di anni dopo J. Watson (1928-) e Francis E. Crick (1916-

) ottennero il premio Nobel per aver scoperto la struttura del DNA, una catena di molecole di zucchero, di acido fosforico e di alcune “basi” (adenina, timina, guanina, e citosina), disposte in “doppia elica” *nello spazio*. La disposizione spaziale delle migliaia di atomi di ciascuna molecola di DNA ha consentito di spiegare il funzionamento di queste molecole fondamentali per la “fabbricazione” di ciascuna proteina, sempre uguale, specifica per ciascuna parte di ciascun essere vivente. Una intuizione tridimensionale ha insomma risolto problemi di conoscenza fondamentale della vita e ha fatto salpare la nave delle conoscenze nello sterminato oceano delle biotecnologie.
Penso che si potrebbe, volendo, davvero dare della chimica una immagine gioiosa e avventurosa, una immagine anche di bellezza, e con essa una visione più coraggiosa della vita; si renderebbe un servizio alla società, all’economia, e all’ecologia - e alla stessa “chimica”, presentabile senza imbarazzo nella buona società.