

**La Scienza e l'Industria chimica:  
un'opportunità per un futuro sostenibile  
o solo un problema ambientale?**

***Prof. Renato Ugo***

Professore Ordinario di Chimica Generale  
e Inorganica dell'Università degli Studi di Milano,  
Presidente AIRI (Associazione Italiana per la Ricerca Industriale)  
e membro del Consiglio Direttivo di Federchimica

Chi oggi deve presentare la chimica sia come scienza sia come industria parte sempre dalla difficile posizione dell'avvocato difensore. Infatti nell'inconscio del cittadino, che non ha specifiche competenze, la chimica è ormai vista come la produttrice di acidi che corrodono o del cianuro che uccide, se non peggio come la madre della diossina, dei policlorodifenile PCB, del cloruro di vinile, cioè di prodotti potenzialmente tossici. Parimenti, se uno scorre sui giornali la parte economica o sente alla radio o vede alla televisione qualche programma che si occupa di industria ed economia, l'industria chimica viene presentata sovente come matura e in declino oltre che come una delle principali origini dell'inquinamento ambientale. Non è proprio un bello scenario.

Eppure basterebbe una più adeguata informazione per rovesciare questi luoghi comuni e questi pregiudizi, che nascono dalla generalizzazione di limitati episodi, e per vedere la scienza e l'industria chimica nella giusta luce, cioè con un loro insostituibile ruolo nella Società. Ma si tratta nei fatti di un compito arduo. E' ben noto che i media cercano quanto più possibile gli scoops, cioè quelle notizie che per la loro gravità o perché coinvolgono persone ben note o istituzioni e industrie importanti, possono colpire fortemente l'attenzione del lettore o del telespettatore. E la chimica in generale con le sue "misteriose" capacità di trasformare la materia e con la sua tradizione, direi rinascimentale, di manipolatrice di veleni ben si presta a essere oggetto di queste attenzioni. Personalmente ciò mi ricorda che prima che Cristoforo Colombo affrontasse l'avventura della scoperta dell'America, si sapeva già che la Terra era tonda e quindi poteva essere circumnavigata. Ma per impedire che si intaccassero ideologie consolidate o per proteggere vie commerciali monopolizzate, si era popolato di mostri marini l'oceano che si stendeva al di là delle colonne d'Ercole. Oggi sappiamo che tutto ciò è falso, ma sono state necessari il coraggio e la tenacia di Cristoforo Colombo e di chi lo ha poi seguito per dimostrarlo. Infatti dopo che l'oceano fu varcato una, cinque, dieci, venti volte è stato evidente che il primo viaggio di Cristoforo Colombo non era stato una fortunata traversata, in cui per caso non si era incontrato alcun mostro marino, ma che in realtà i mostri marini non esistevano. E parimenti voglio dimostrare che non esistono i mostri chimici.

Infatti in questo mio intervento vorrei riuscire a convincerVi che molti degli scoops giornalistici o alcune posizioni politiche fondamentalistiche nei riguardi della chimica corrispondono spesso a nuove leggende e a nuovi mostri. E vedremo anche perché. Non è quindi più tempo di essere solo avvocati difensori, ma anche divulgatori fermamente convinti di dover affrontare la preconstituita opposizione dell'opinione pubblica. Eppure è assolutamente necessario trasmettere e far accettare il messaggio che la scienza e l'industria chimica sono state e sono ancora oggi grandi opportunità di progresso non solo scientifico e tecnologico ma anche sociale ed economico.

Vorrei partire da una semplice considerazione. Vi è una tendenza abbastanza diffusa, particolarmente in Europa e specificatamente nel nostro Paese, a pensare che la chimica sia inutile e da abbandonare, anche basandosi sull'errata premessa che essa inquina per principio e che i siti chimici siano il massimo della pericolosità. Ma è come dire che si vuole rinunciare a vivere. Infatti la scienza chimica è stata ed è tuttora una scienza centrale che fornisce le conoscenze fondamentali per rispondere alla maggior parte delle necessità economiche e di innovazione anche sociale di chi vive in di questa società. Infatti la chimica è ancora oggi una componente fondamentale per soddisfare le crescenti necessità di cibo del pianeta, per poter disporre di nuove forme di energia o per consumare meno energia tradizionale, per costruire migliori edifici dove vivere e per fornire fibre con migliori prestazioni e più bassi costi per i vestiti con cui coprirsi, per creare materiali sostitutivi o se possibile rinnovabili rispetto ai materiali più tradizionali, per curare al meglio la nostra salute; in poche parole per migliorare la qualità della nostra vita. Essa inoltre è un fattore scientifico e tecnologico critico per controllare e per proteggere l'ambiente.

Se volessi dimostrare quanto appena detto tramite uno spot pubblicitario televisivo potrei tentare di mettere in evidenza cosa succederebbe se la chimica scomparisse. Per esempio rappresentando una coppia di fidanzati che felici passeggiano in un giardino, potrei lentamente spogliarli di ogni componente chimico per arrivare necessariamente a una coppia nuda come Adamo ed Eva, che passeggia non nel Paradiso Terrestre, ma in una foresta invivibile. Conclusione: senza la chimica ripartiamo ab initio. Ma inoltre la scienza chimica e quindi la tecnologia e l'industria chimica si pongono ancora come fattore innovativo chiave per aiutare le future generazioni a soddisfare le loro crescenti e nuove necessità (come il tempo libero, una mobilità sostenibile, una comunicazione sempre più rapida) e ancor più ad anticipare quei problemi, inclusi quelli ambientali e della salute, che non sono ancora risolti o evidenti. Dopo questa lunga premessa, permettetemi di arrivare per gradi a dimostrare quanto affermato nella premessa stessa. La chimica è una scienza relativamente antica, sbocciata in Europa 200 anni fa', grazie all'intelletto di scienziati come Lavoisier, Faraday, Dalton, e anche italiani come Volta, Avogadro e Cannizzaro.

E' la chimica la prima scienza che riprende e valorizza il concetto corpuscolare della materia e in particolare l'ipotesi dell'atomo.

E' la chimica che dimostra che tutta la natura è riconducibile ad un centinaio di atomi, ciascuno con il suo comportamento fisico e chimico, cioè gli elementi chimici.

E' la chimica che grazie all'intuizione geniale della Tabella Periodica riconosce che esiste un ordine ripetitivo nei cento e più elementi e che quindi inizia a razionalizzare una misteriosa complessità.

E' la chimica che prima propone e poi dimostra che gli atomi hanno capacità di legarsi fra loro per formare insieme e cioè i composti e i materiali chimici come le molecole e i solidi cristallini.

Queste conoscenze, sviluppate nell'ottocento, sono state la base della scienza chimica. Ma il quesito di fondo è sempre stato, sin dal tempo degli alchimisti, il seguente: come si origina la reattività e come si controllano le trasformazioni chimiche? Cioè come si può controllare e in parallelo trasformare la natura?

All'inizio del novecento, prima con la termodinamica più avanzata e poi con la scoperta dell'elettrone, della struttura dell'atomo ed infine con la teoria quantistica della struttura della materia, la scienza chimica riceve dalla fisica una serie di fondamentali contributi di carattere interdisciplinare che le permettono di dare risposte razionali e quantitative a questi quesiti e di razionalizzare la natura del legame chimico, da cui si origina la reattività stessa. Non è un caso quindi che nella prima parte di questo secolo, con il consolidarsi della chimica come una scienza sempre più razionale ed esatta, cresce in parallelo l'industria chimica che in poco tempo diviene una fra le industrie più rilevanti per dimensione economica, per la sua diffusione e per l'impatto occupazionale e sociale. E' solo in un secondo tempo che la scienza chimica diviene la base interdisciplinare della biologia per lo sviluppo della biochimica e della fisica per lo sviluppo della scienza dei nuovi materiali, con proprietà elettriche, ottiche, magnetiche e strutturali.

In questo panorama sempre più interdisciplinare e grazie al crescente riconoscimento del ruolo della scienza chimica come la base tecnologica per trasformare sostanze e materie prime naturali in nuovi prodotti e materiali sintetici per meglio soddisfare i crescenti bisogni del mondo moderno, la scienza chimica e in parallelo l'industria chimica si sono sviluppate negli anni '50 e '60 e anche in seguito a ritmi impressionanti. Tutto è avvenuto rapidamente, forse troppo rapidamente. A partire dagli anni '50 il numero dei nuovi composti chimici per esempio è cresciuto in maniera esponenziale e così il numero di nuove tecnologie produttive e di nuovi materiali, quali per esempio quelli polimerici. Era allora quasi impossibile controllare un'incredibile accelerazione ed è proprio da questo limitato controllo che sono nati molti degli errori che vengono oggi imputati alla chimica, ma che non sono insiti strutturalmente in questa scienza.

Infatti aree tecnico-scientifiche come la tossicologia, l'epidemiologia, la medicina del lavoro e anche l'ecologia o tecniche come l'impatto ambientale o la programmazione del territorio non si sono sviluppate con altrettanta velocità. La forte crescita della chimica non è stata quindi sostenuta da una eguale crescita di quelle conoscenze e competenze non chimiche che le necessitavano per procedere con maggiore cautela.

Come in tutte le grandi trasformazioni scientifico-tecnologiche si è trattato di una vera e propria rivoluzione. Come in ogni rivoluzione è stato impossibile gestire un divenire controllato. Sono stati alcuni incidenti e

quindi possibili ricadute di alcune attività dell'industria chimica sull'ambiente e sulla salute dei lavoratori che hanno fatto rivedere la filosofia di base di una crescita così esplosiva e poco controllata, introducendo il concetto di uno sviluppo sostenibile, concetto che però non si limita all'industria chimica ma che anzi oggi copre una dimensione ben più ampia poiché coinvolge altri importanti settori industriali come i trasporti, l'energia e recentemente anche le telecomunicazioni. Viene quindi da chiedersi perché particolarmente l'industria chimica è sul banco degli imputati? E' ovvio che l'informazione sulla realtà della chimica e in particolare sul suo attuale e futuro ruolo non è sufficientemente diffusa o non si vuole che venga diffusa correttamente.

Eppure oggi la chimica si presenta con formidabili prospettive di sviluppo innovativo avendo affinato le proprie tecniche di caratterizzazione della materia allo scopo di dominare sempre di più il mondo degli atomi e delle molecole.

Moderne strumentazioni, nate dalla fisica più avanzata, hanno permesso di indagare direttamente il mondo microscopico delle strutture molecolari, anche le più complesse, e dei materiali più avanzati, cioè la nanosfera.

Tecniche come la risonanza magnetica nucleare e di spin elettronico, la diffrazione dei raggi X e dei neutroni, la spettrometria di massa, le tecniche di spettroscopia elettronica e vibrazionale, le tecniche sempre più sofisticate di microscopia prima elettronica e poi ad effetto tunnel e a campo di forza, oltre che molteplici tecniche spettroscopiche di superficie sono oggi un potente bagaglio di sofisticati mezzi di indagine che permettono alla scienza chimica di conoscere in dettaglio la nanodimensione e di controllarne direttamente le trasformazioni.

Inoltre grazie alla progressiva disponibilità di una inimmaginabile potenza di calcolo e allo sfruttamento di nuove tecnologie più soft come quelle biochimiche delle biocatalisi o fisiche dei raggi laser e dei raggi molecolari la scienza chimica possiede oggi tutto un insieme sia di metodi predittivi sia di nuove metodologie di sintesi o di manipolazione fisica. Ciò le permette di affrontare la complessità della nanosfera cioè quei settori che richiedono la progettazione razionale di nanostrutture atomiche e molecolari, di strutture sopramolecolari, di farmaci e di biopolimeri, cioè di quei sistemi atomici e molecolari che sono oggi al centro dell'interesse delle più avanzate aree tecnologiche come la microelettronica, l'optoelettronica, l'alto vuoto, la sensoristica, le biotecnologie, le moderne tecniche diagnostiche e biomedicali, i farmaci per la cura della salute.

Grazie a tecniche spettroscopiche sofisticate la scienza chimica ha potuto studiare i fenomeni ultraveloci che sono alla base della vita e che, se dominati, possono portare alla comprensione e sfruttamento di processi fisico-chimici naturali molto complessi.

Tutto ciò senza mai perdere di vista la missione originale e cioè mantenere un ruolo chiave per avere più cibo e di migliore qualità, nuovi materiali

riciclabili e biodecomponibili, tecnologie per nuove forme di energia o per un minor consumo di quelle tradizionali, nuove tecnologie incluse quelle biochimiche per il controllo delle immissioni ed emissioni, processi produttivi con minori scarti, emissioni e più sicuri, fibre sempre più simili alle migliori fibre naturali, nuovi materiali compositi con elevatissime proprietà strutturali e così via.

E' uno scenario ben diverso da quello che vede la scienza e l'industria chimica in declino e in piena maturità o ancor peggio come un mostro.

La scienza chimica si propone ancora una volta come insostituibile anche nei settori tecnologici più avanzati e da questi settori prende nuova linfa. Infatti oggi la scienza chimica si può proporre come la scienza dell'ingegneria molecolare, cioè della progettazione di strutture molecolari sempre più complesse e ordinate così da avere funzioni fisiche o chimiche spesso ancora sconosciute. La nanosfera è infatti uno stato della materia che ci prospetta un universo da scoprire.

Si aprono infatti prospettive importanti in due aree ancora ricche di problemi irrisolti: il controllo dei processi alla base della vita e il dominio della materia a livello atomico e molecolare. Tutto ciò oggi ha preso il nome di nanotecnologie, dove la scienza chimica, che per prima ha controllato e dominato la reattività di atomi e molecole, ne è la base naturale.

Non ho il tempo per approfondire, ma credo sia utile offrire una rapida panoramica di alcune delle più rilevanti prospettive scientifiche e tecnologiche.

Per capire i processi vitali cioè i processi biochimici è utile estrapolare dalla loro complessità gli aspetti conoscitivi delle reazioni chimiche che ne sono alla base, per esempio tramite la simulazione sperimentale e modellistica delle strutture biochimiche stesse con l'utilizzo di sistemi molecolari artificiali (chimica biomimetica) meno complessi. Questo è per esempio un approccio di grande utilità per la progettazione di nuovi farmaci. La modellistica molecolare e i metodi chimici di simulazione, assistiti dal computer, permettono oggi di studiare le interazioni fra molecole con potenziali proprietà terapeutiche e sistemi biologici complessi come le grandi proteine, affrontando lo studio dei meccanismi, essenzialmente chimici, per cui i farmaci interagiscono a livello molecolare con i siti attivi delle molecole biologiche agendo sui processi biochimici che sono alla base delle malattie.

Per soddisfare le ipotesi che vengono da questi modelli la scienza chimica oggi offre la possibilità non solo di sintetizzare o modificare in maniera relativamente semplice molecole molto complesse (steroidi, antibiotici e altri prodotti naturali, biopolimeri, come proteine e acidi nucleici, ecc.) ma anche di introdurre nei processi sintetici quelle selettività strutturali, in particolare la enantio-selettività, che fino a qualche decennio fa erano limitate ai processi sintetici naturali.

I progressi in questi settori avanzatissimi di progettazione e sintesi sono ormai così importanti da essere stati riconosciuti con il Premio Nobel per la Chimica di quest'anno.

Inoltre la chimica recupera la tecnologia del micro-array dalla microelettronica poiché le tecniche tradizionali di screening di potenziali farmaci erano caratterizzate da percentuali di successo molto basse.

Oggi l'uso di un micro-array opportunamente automatizzato e robotizzato permette, prendendo come riferimento dello screening una interazione specifica con un recettore, un enzima, una membrana biologica (ottenute in microquantità mediante tecniche genetiche), di controllare su microcampioni la presunta attività biochimica di un numero elevatissimo di molecole, che sono state sintetizzate in situ con la tecnica della chimica combinatoriale grazie a macchine automatiche e robotizzate.

Quello che una équipe di chimici e biochimici poteva ottenere in un anno di lavoro, ora viene portato a termine in un giorno su microcampioni.

Il ruolo interdisciplinare del chimico diviene sempre più rilevante. Non a caso l'inventore della più importante tecnica automatica di analisi genetica e cioè la tecnica PCR è un laureato in chimica, Kary Mullis, Premio Nobel nel 1993.

Anche nella moderna genetica come nelle biotecnologie, tutte aree che appartengono alla nanosfera, il chimico porta il suo insostituibile contributo, per esempio con micro-reazioni specifiche per attivare siti di macromolecole biologiche come il DNA. L'identificazione dei geni e in particolare del genoma umano ha infatti sfruttato la duttilità a livello molecolare della reattività chimica, oltre che di quella enzimatica.

Ma è forse nell'area del dominio della materia molecolare che la scienza chimica trova oggi la sua più importante espressione. Per molto tempo la chimica si è volta a soddisfare le necessità più urgenti nei limiti delle proprie conoscenze e delle tecniche disponibili di caratterizzazione. Si è interessata quindi allo studio di singole e relativamente piccole molecole. Ha imparato a sintetizzarle, a modificarle e a capirne in dettaglio l'origine della reattività. Ma non appena ha affrontato il tema dei polimeri sintetici e della catalisi ha dovuto misurarsi con una complessità molecolare e strutturale inusitata. In poche parole dagli anni '40 la scienza chimica per prima ha dovuto confrontarsi con la nanosfera.

La scoperta del polipropilene sindiotattico da parte di Natta, premio Nobel per la Chimica nel 1963, non si limita infatti all'ottenimento di un nuovo materiale polimerico con straordinarie proprietà. In realtà il frutto del profondo cambiamento che la scienza chimica ha dovuto affrontare e cioè capire come grazie ai processi catalitici selettivi si possano controllare la forma, l'ordine e la grandezza molecolare.

E' stato una importante tappa del passaggio dalla tradizionale chimica molecolare a quella delle macromolecole strutturalmente per arrivare alla

moderna chimica sopramolecolare e alle auto-associazioni superordinate delle molecole o degli atomi tipiche delle nanotecnologie.

Il chimico è quindi oggi sempre più un ingegnere molecolare che, ispirandosi anche a strutture molecolari naturali, cerca di identificare le regole che permettono a livello di nanosfera l'auto-organizzazione di atomi e molecole, così da ottenere nanoaggregati (nanoparticelle, nanosuperfici e interfacce, membrane nanostrutturate, materiali mesoporosi) con specifiche proprietà chimiche e in particolare fisiche (elettriche, ottiche, strutturali).

Tutto ciò sempre partendo dalle conoscenze accumulate nell'ambito della tradizionale chimica molecolare, ma aggiungendo un più approfondito dominio del controllo di fenomeni caratterizzati da una piccola energia.

Infatti mentre la tradizionale chimica molecolare si è sempre interessata al legame chimico che è alla base della struttura e delle proprietà delle molecole o dei solidi covalenti e ionici, la chimica sopramolecolare, la biochimica e la nanochimica degli aggregati ordinati si ispirano alle interazioni deboli fra molecole (legame di idrogeno, forze di polarizzazione come le forze di Van der Waals, ecc.) che permettono di controllare la loro autoorganizzazione.

Nella nanosfera la scienza chimica, pur avvalendosi di essenziali contributi interdisciplinari da parte della fisica e della biologia, può acquistare un vantaggio competitivo che nasce dalla dimestichezza nel guidare le interazioni fra atomi e molecole.

Mentre nella chimica sopramolecolare l'autoorganizzazione si basa su fenomeni sempre controllati da forze deboli, tipiche del processo di riconoscimento molecolare che regola i processi di organizzazione delle macromolecole biologiche (come DNA, RNA, grandi proteine, ecc.) e di autoreplicazione alla base della genomica e proteomica, le nanotecnologie sono regolate da processi di autoorganizzazione in cui entrano in gioco forze di polarizzazione selettive, spesso di Van der Waals, che permettono di ottenere specifiche architetture cristalline (come nelle zeoliti micro e nanoporose), miscele solide estesamente organizzate (come nei nanocompositi polimerici), film sottili di molecole organizzate dotati di particolari proprietà ottiche, elettriche o magnetiche.

Voglio solo elencare brevemente i settori in cui le nanotecnologie, grazie al contributo della scienza chimica, stanno producendo o possono produrre significative innovazioni

- I nuovi materiali strutturali ad altissime prestazioni come i nanocompositi polimerici con superiori proprietà meccaniche e di barriera e i nuovi film superficiali ceramici o metallici come rivestimento per la protezione all'usura e alla corrosione
- I nuovi catalizzatori micro e mesoporosi

- Le nanodispersioni di particelle colloidali ad altissimo grado di stabilizzazione per esempio in un solvente acquoso
- Le nanodispersioni in solidi, polimeri, vetri di nanoparticelle metalliche o di ossidi o di solfuri, che possono arrivare a dimensioni tali che le loro proprietà entrano nel mondo degli effetti quantici così da poter trovare potenziali applicazioni elettroniche (single electron tunneling), fotovoltaiche, come sensori con risposta ultrarapida, come sistemi optoelettronici per l'elaborazione della risposta ottica e infine nella catalisi come nanoparticelle metalliche con proprietà catalitiche altamente specifiche
- Nuovi nanomateriali funzionali come i polimeri elettroconduttori o fotomettitori per arrivare alle membrane per nanofiltrazioni le cui proprietà dipendono da "superstrutture" molecolari
- Superfici e film ultrasottili di polimeri o materiali cristallini ben caratterizzati da immagini reali dell'assetto degli atomi o delle molecole essenziali allo sviluppo di nuove apparecchiature elettroniche o fotoniche che sono regolate dalle proprietà funzionali dei componenti atomici o molecolari dei film.

Strati protettivi nanoorganizzati e supersottili di spessore praticamente molecolare per produrre effetti fisici importanti quali caratteristiche antistatiche o di repellenza allo sporco, di ultramorbidezza o di antisdrucchiolo, di tenacissima adesione o anche di biocompatibilità.

Quanto detto è già una realtà che sta passando dalla fase di ricerca alla fase di sviluppo e di commercializzazione.

Ma si intravede anche un futuro in cui una chimica sofisticata sarà la base nanotecnologica per esempio per la prossima generazione di sistemi per la microelettronica o per la trasmissione dell'informazione con tecniche optoelettroniche o per settori alternativi o ad alta resa di produzione di energia.

Alcuni di questi sistemi, che possiamo chiamare macchine molecolari, non rappresentano più un disegno futuristico, ma grazie alla chimica sono una realtà di ricerca avanzata di grande potenzialità.

L'approccio nanotecnologico permetterà anche di superare la classica separazione in materiali strutturali e funzionali e di prevedere la creazione di materiali intelligenti semplici o complessi, cioè che siano capaci di adattare le loro intrinseche proprietà al micro-ambiente che li circonda, come materiali molecolari o micro-leghe che possono ricordare la loro precedente forma o che siano in grado di autoripararsi o di cambiare colore a seconda delle sollecitazioni, e infine che siano capaci di immagazzinare e rilasciare a secondo dei segnali ricevuti impulsi elettrici o informazioni ottiche o magnetiche.

Queste innovazioni che verranno dalle nanotecnologie, in particolare nel settore dei film e dei materiali, richiederà all'industria chimica tutta una

nuova tecnologia di processo che sappia sfruttare tecnologie ultra-pulite (tipiche dell'elettronica e delle fotonica) e di automazione e robotizzazione spinta. Sarà dal punto di vista produttivo una sfida che l'industria chimica, che è stata già capace di affrontare problemi simili nell'ambito della farmaceutica e del biomedicale, potrà certamente vincere.

E' uno scenario ben differente da quello depresso e statico che ci viene normalmente presentato. La scienza chimica si sta inserendo in aree tecnologiche di grande sviluppo come i farmaci del futuro, i nuovi materiali strutturali e funzionali che nascono dalle nanotecnologie o le nuove tecnologie energetiche ad alto rendimento o alternative.

Certo l'industria chimica dovrà cambiare pelle (e di fatto lo sta facendo) sia in termini di struttura produttiva e organizzativa, integrandosi il più possibile con gli utilizzatori e i clienti.

E' un percorso già in atto, ma che richiederà tempo. Nel mentre l'industria chimica tradizionale ha ancora, e sempre avrà, un suo ruolo centrale nel sistema industriale globale.

Ovviamente questa industria tradizionale deve oggi affrontare il problema ambientale, legato anche alla sua immagine che come ho detto all'inizio è spesso anche artatamente offuscata, poiché la produzione centralizzata in fabbriche spesso di grandissime dimensioni o in grandi agglomerati industriali, rende più visibile e più significativo l'impatto ambientale rispetto ad altre industrie che hanno una ricaduta ambientale in maniera diffusa sul territorio, come per esempio i trasporti.

Ma l'industria chimica già dagli anni '80 ha operato per porre rimedio all'impatto ambientale. Oggi il suo impatto ambientale è ben lontano da quello che ha caratterizzato l'impressionante crescita degli anni '50 e '60.

Esaminiamo infatti numeri non confutabili che dimostrano che la realtà odierna dell'industria chimica è ben diversa da quella che partendo anche da alcune recenti indagini giudiziali e processi si è tentato di presentare sui media. L'industria chimica non solo già nel 1997 ha una intensità di scarti e rifiuti per miliardo di fatturato inferiore di ben il 20% rispetto alla media dell'industria manifatturiera, ma da lungo tempo sta anticipando le linee di tendenza del protocollo di Kyoto, per esempio ha ridotto nel giro di otto anni del 17-18% l'intensità energetica per unità di prodotto e del 22-23% l'indice di emissione di CO<sub>2</sub> per unità di prodotto.

Sono i risultati di una profonda ristrutturazione tecnologica dei processi produttivi sia rivedendo quelli tradizionali (per esempio i cracking o il processo soda-cloro) sia introducendo nuovi processi e nuove tecnologie (per esempio nell'area delle ossidazioni o in quella delle poliolefine).

Ma è anche il risultato di una serie di piccole, ma continue attività di miglioramento. L'industria chimica si è già mossa da circa venti anni e si sta tuttora muovendo verso l'obiettivo di uno sviluppo sostenibile delle sue produzioni.

Risultati e tendenze importanti che però non sono stati sufficientemente portati all'attenzione dell'opinione pubblica a differenza delle indagini giudiziali e dei processi appena citati. Ma i dati positivi non fanno scoop e non creano ipotetici mostri.

Ma guardiamo l'Italia e i risultati ottenuti dalle aziende che partecipano al programma di Federchimica Responsible Care (cioè le più importanti industrie chimiche operanti in Italia) e cioè che:

- Le emissioni di residui organici nelle acque (cioè il COD) sono diminuite di circa il 50% dal 1989 al 2000
- Le emissioni di metalli pesanti sono diminuite di circa il 60% nello stesso periodo
- Le emissioni di anidride solforosa sono diminuite di più del 90% nello stesso periodo
- Le emissioni di ossidi di azoto sono diminuite di circa il 70% nello stesso periodo
- Le emissioni di composti organici volatili, cioè di solventi, sono diminuite di circa il 75% nello stesso periodo
- Le emissioni di polveri sono diminuite di più del 90% nello stesso periodo

E questi miglioramenti, anche recentemente, si ripetono di anno in anno. Sono dati che dimostrano come l'industria chimica italiana, proprio perché possiede nel suo bagaglio tecnologico tutte le competenze necessarie, sta affrontando con grande determinazione, e personalmente io direi sta anche risolvendo, i suoi problemi di impatto ambientale .

E in un ambito internazionale si adegua ai migliori standard ; per esempio sempre riferendosi alle imprese italiane aderenti al Programma Responsible Care di Federchimica, esse stanno superando gli obiettivi di Kyoto.

Infatti negli ultimi tre anni le emissioni di CO<sub>2</sub> sono diminuite di circa l'8% malgrado che la produzione sia aumentata del 12%.

Direi quindi che l'impegno per uno sviluppo sostenibile e per uno stop ai problemi ambientali sia evidente. E a questo punto credo che occorra sfatare altre leggende metropolitane. Anche a causa di alcune campagne giornalistiche nate da alcuni recenti procedimenti giudiziari l'industria chimica è stata rappresentata come una industria estremamente pericolosa per la salute dei lavoratori.

Tuttavia se valutiamo in Italia gli infortuni sul lavoro per milione di ore lavorative l'industria chimica si pone penultima e per ciò che riguarda le malattie professionali indennizzate per 10000 addetti l'industria chimica è fra le ultime con un indice bassissimo. Ma allora perché non si riporta all'attenzione della pubblica opinione l'insieme di queste informazioni?

E' ora che si riconosca all'industria chimica, particolarmente in Italia, non solo il suo ruolo ma che le si ridia anche il suo onore, macchiato forse da

alcuni errori di gioventù. Ridare il ruolo e l'onore alla chimica non è solo un dovere nazionale, ma anche una necessità.

A causa di un'informazione non sempre corretta sulle prospettive industriali e un'immagine della chimica vista in generale come fonte continua di inquinamento e di gravi malattie dei lavoratori i giovani si stanno allontanando dallo studio della chimica stessa.

Una recente indagine fatta da Federchimica insieme all'Università degli Studi di Milano e all'Università di Bologna ha messo in evidenza che le immatricolazioni sono in fortissimo calo dal 1993 sia in Chimica sia in Chimica Industriale (e credo che lo stesso valga per Ingegneria Chimica).

Si prevede quindi una terribile penuria di laureati a partire dal 2003-2004, poiché in Italia nel periodo 2000-2007 i laureati in Chimica e Chimica Industriale passeranno da 1625 (un numero costante dal 1996 al 2000) a circa 600 con un decremento del 63%.

E' una vera e propria dissipazione del potenziale di sviluppo di una scienza e di un'area industriale in cui l'Italia ha sempre avuto fino agli anni '80 posizioni di eccellenza.

Mi chiedo infatti se sia possibile buttare al vento un patrimonio di cultura e di competitività industriale solo per soddisfare il fondamentalismo dei talebani verdi, il rigore ossessivo di alcuni giudici e le leggende metropolitane nate dagli scoops giornalistici?

Credo di aver dimostrato che l'industria chimica, anche quella italiana, procede con grande determinazione sulla via dello sviluppo sostenibile e che sta pagando duramente alcuni errori fatti in un periodo di crescita troppo veloce e senza adeguato controllo.

Ho dimostrato anche che la scienza chimica è sempre più centrale anche nei riguardi delle aree tecnologiche più avanzate.

In Italia si sono perdonati tanti pentiti, perché allora l'industria chimica è sempre soggetta non solo al processo di un passato molto lontano, ma è anche stretta sempre di più da crescenti vincoli ed obbligazione di legge?

Questa è disgraziatamente una tendenza non limitata all'Italia, basta vedere la crescita incredibile, avvenuta negli ultimi anni, di leggi europee in ambito ambientale. Tante leggi e tante regole, spesso in contrasto, possono portare al blocco dello sviluppo.

Ma lo sviluppo è necessario. La risposta deve essere la fiducia e la perseveranza di tutti noi che viviamo le difficoltà del mondo chimico.

La risposta deve venire dall'entusiasmo di quei giovani che, malgrado tutto, sono ancora attratti da questa misteriosa, ma meravigliosa e creativa scienza.