

di Maurizio Anastasio
m.anastasio@interproj.it

LA CHIMICA: LIBERE DIVAGAZIONI DI UN CHIMICO

Un duraturo e significativo sviluppo della chimica italiana deve richiedere un cambio di mentalità non tanto scientifico quanto organizzativo, migliorando sensibilmente i rapporti tra università e istituti di ricerca con l'industria, orientando l'attività anche verso altre aree e riorganizzando l'insegnamento nelle scuole medie superiori.

L'Onu ha proclamato il passato 2011 Anno Internazionale della Chimica affidando la responsabilità dell'evento all'Unesco, Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Educazione, la Scienza e la Cultura e a Iupac, l'Unione Internazionale della Chimica Pura e Applicata.

L'anno 2011, celebrativo delle conquiste della chimica e del suo contributo al benessere dell'umanità, ha rappresentato uno degli appuntamenti che le Nazioni Unite hanno portato avanti nell'ambito del decennio dedicato all'educazione allo sviluppo sostenibile (2005-2014).

Gli obiettivi principali di questo importante evento sono stati:

- migliorare la comprensione della chimica presso il grande pubblico.
- Ancora oggi infatti non si conosce appieno il suo valore e il suo peso

nell'economia di una nazione;

- favorire la cooperazione internazionale attraverso le attività delle rispettive società chimiche nazionali, delle università e delle varie organizzazioni governative e non governative;
- promuovere il ruolo della chimica come scienza interdisciplinare che affianchi le altre discipline e tecnologie, con l'obiettivo unico di contribuire al progresso della società;
- incoraggiare i giovani ad affrontare con la giusta mentalità le scienze chimiche, sviluppando in loro una costruttiva curiosità per il metodo scientifico.

Le scienze chimiche sono fondamentali perché rappresentano l'unica disciplina che consente di vivere il mondo nel miglior modo possibile attraverso le attività di ricerca teorica e applicata.

Questi due livelli, anche se solo apparentemente sono o si vuole che siano molto distanti, si muovono sullo stesso piano e contribuiscono in maniera sinergica ad approfondire la conoscenza sia degli esseri viventi sia del mondo inanimato.

I sistemi e i mezzi utilizzati dalla chimica rappresentano l'unico approccio per accrescere e migliorare la conoscenza di tutte le scienze sperimentali che da essa derivano, quali, ad esempio, la biologia generale, la biologia molecolare, la fisiologia, la patologia, la farmacologia, la farmacocinetica; permettono la sintesi di farmaci.

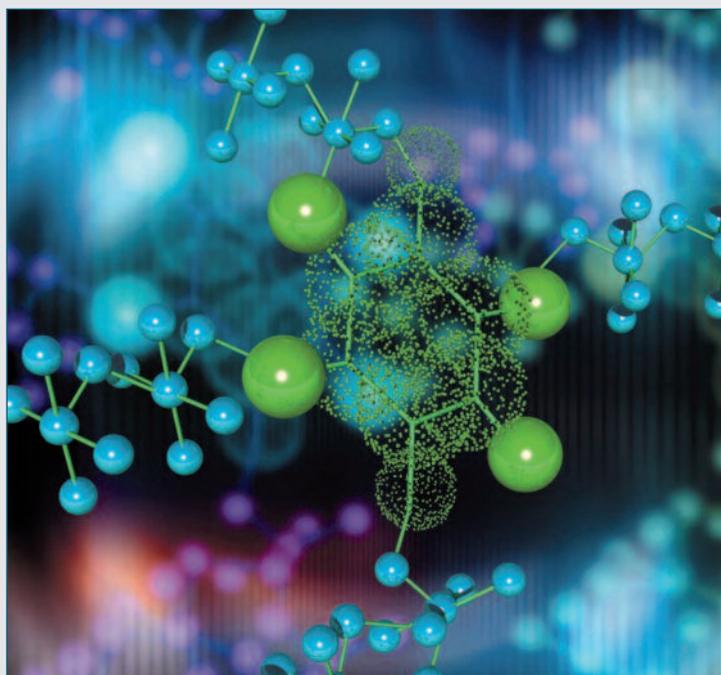
Le reazioni chimiche sono in definitiva essenziali alla produzione di cibo, carburanti e degli innumerevoli manufatti e prodotti che vengono utilizzati ogni giorno.

Il mondo è chimica ed è composto, semplicemente, ma non semplicisticamente, da protoni, neutroni ed elettroni diversamente e variamente assemblati per formare un'ampissima gamma di viventi e di non viventi.

I temi critici

La chimica non sembra, secondo il mio personale parere, essersi sviluppata in Italia in maniera significativa e ciò per mancanza di impegni sostanziali di alcune aziende sia pubbliche sia private, di tante altre organizzazioni e di una parte della classe politica che non ha mai collocato la chimica nel posto che merita.

È anche vero, d'altronde, che se non fosse dipeso dai tanto "poco apprezzati docenti e ricercatori" degli istituti chimici e dipartimenti dei vari atenei e/o degli istituti del CNR e dalla "classe dirigente illuminata" di alcune aziende PMI e/o multinazionali, che avevano messo sullo stesso piano la chimica intesa sia come avanzamento culturale e tecnologico sia come investimento, a quest'ora la chimica avrebbe occupato posizioni di gran lunga inferiori a quelle attuali.



A questo punto mi chiedo quali potrebbero essere state le cause, quelle profonde, responsabili di un ridotto sviluppo della chimica in Italia decisamente più contenuto di quello che si osserva in Europa, in Usa, in Giappone e finanche in Singapore, questi ultimi avendo nella chimica un ottimo punto di forza sia industriale sia scientifico.

Esprimerò liberamente il mio punto di vista e se qualcuno o qualche gruppo non accetterà, rispondo fin d'ora con l'affermazione che obbedisce e tiene conto del significato dell'antica espressione latina "cui prodest", dove questa espressione ha uno e un solo significato incontestabile e che si esplicita nel fatto che "la libertà di pensiero è a unico ed esclusivo vantaggio dell'avanzamento delle scienze, a vantaggio della verità", indipendentemente dal fatto che quest'ultima possa danneggiare qualcuno o qualche gruppo con interessi non in linea con le ipotesi che descrivo qui di seguito.

Ciò premesso, avevo già da tempo individuato, per aver lavorato presso le principali multinazionali chimiche italiane, per rapporti di lavoro con alcune università, e infine, per essere stato docente di chimica, biologia e matematica nella scuola, alcuni aspetti, a mio parere molto critici, che avrebbero impedito e tutt'ora impedirebbero uno sviluppo armonico, profondo e soprattutto a trecentosessanta gradi della chimica italiana.

A) Nessuna o ridottissima interazione tra l'industria chimica e l'università, CNR o altre istituzioni similari

Tutti si muovono generalmente in maniera indipendente o quasi. Non vi sono che poche zone di contatto e queste ultime, se presenti, sono state e/o vengono realizzate con grande dispendio di energie dopo numerosi tentativi e forse per il tramite di rapporti, che non hanno nulla di tecnologico, ancorché di scientifico.

Perché questo fenomeno? Il manager industriale e il professore universitario hanno filosofie di comportamento diverse, in alcuni casi tanto diverse da apparire contrastanti, due immagini speculari non sovrapponibili, derivanti in parte dal tipo di lavoro e dagli obiettivi che ciascuna figura professionale deve poter raggiungere.

Infatti il primo sosterrrebbe che in università il clima non sia per nulla orientato verso problematiche applicative, mentre il secondo sembrerebbe essere convinto che la chimica vada intesa solo secondo canoni rigorosamente scientifici, quindi con un'impostazione che può essere diversa da come generalmente viene affrontata nel mondo industriale.

La realtà, con tutte le possibili varianti specifiche e particolari dei due mondi, è quella descritta in precedenza, ma se si perpetuano e si esaltano le reali differenze, evitando di analizzarle e di cercare di superarle attraverso un utilizzo reciproco delle stesse, la conclusione è la separazione netta, assoluta dei due sistemi fino al punto di non ritorno: se ciò accadesse sarebbe la fine della chimica nel nostro Paese.

A tale proposito debbo citare un caso più unico che raro, quale la profonda, convinta e proficua relazione a carattere scientifico e industriale negli anni Cinquanta tra la Montecatini e il Politecnico di Milano che aveva portato, attraverso un eccellente lavoro di ricerca soprattutto



applicata, alla sintesi del propilene isotattico e alle sue applicazioni industriali e, ugualmente importante, al premio Nobel attribuito al prof. Natta, tra l'altro l'unico italiano a ricevere un tale importante riconoscimento per la chimica dal lontano anno della nascita del premio (1901).

B) Pochissime le opportunità di passare dal mondo industriale a quello universitario e viceversa

Quali potrebbero essere le cause che impedirebbero la realizzazione di queste forme di equilibrio dinamico tipico della scienza chimica, ma certamente non presenti, purtroppo, nel mondo dei chimici dell'industria e delle università? Certo è che se si fossero verificate, ben diversa sarebbe stata la situazione dell'industria e della ricerca chimica nel nostro Paese.

Il passaggio di un chimico dall'industria all'università o dall'università all'industria è un fenomeno a bassissima frequenza; non mi risulta che nel nostro Paese accada. Al contrario i due mondi, avendo caratteristiche politiche, culturali e storiche molto diverse tra loro, risultano molto distanti. Non entro nel merito del fenomeno non disponendo di dati, informazioni, ma da tempo se ne osservano gli effetti negativi, tutti riconducibili all'assenza o quasi di questo interscambio che sarebbe stato estremamente positivo per entrambe le due importanti aree. Le cause sarebbero legate alle caratteristiche uniche e di fatto diverse delle due organizzazioni, che riguardano sia gli aspetti strutturali e organizzativi sia quelli gestionali e culturali.

Non si può quindi negare l'esistenza di differenze tra le due istituzioni; queste differenze sono reali, ma sarebbero superabili se si applicassero i capisaldi del management moderno, che considera importanti e significative le differenze fino a elevarle a vero motore della crescita culturale, scientifica, industriale solo però a condizione che si realizzi l'inserimento di figure professionali nelle reciproche istituzioni.

C) Le scienze chimiche e le caratteristiche storiche e culturali del Paese

La filosofia della chimica, intesa sia come contenuti propri di questa disciplina sia come didattica della stessa, pur avendo ben presente quei pochi gruppi che si sono distinti in un lontano passato, contribuendo con le loro capacità e intuizioni ad accrescere gli aspetti teorici e sperimentali della disciplina, è in forte contrasto con gli aspetti caratteriali della "gens italica" da sempre, generalmente poco disposta verso alcune discipline e/o attività.

Sarebbero tanti i motivi del perché la Chimica, non la chimica industriale che richiede caratteristiche mentali, culturali e conoscitive del tutto diverse, non abbia incontrato un reale interesse nel Paese.

Elenco brevemente qui di seguito le principali caratteristiche comportamentali e caratteriali che sarebbero presenti nel nostro Paese:

- 1) difficoltà, almeno a livello scolastico, di comprensione dei principi basilari della chimica che viene collocata dagli studenti sullo stesso piano della matematica;
- 2) una diversa visione del concetto di ricerca e sviluppo i cui obiettivi si possono raggiungere, se/quando ciò accade, solo nel medio/lungo termine, al contrario della visione strategica del Paese che prende in considerazione unicamente progetti con soluzioni a breve termine;
- 3) un eccessivo individualismo presente negli aspetti comportamentali e caratteriali del nostro Paese; tutto ciò rallenterebbe o impedirebbe, e di gran lunga, un concreto avanzamento delle scienze sperimentali;
- 4) molto basso, se non del tutto assente, lo scambio intellettuale e il ragionamento critico verso un qualsivoglia argomento;
- 5) minima attenzione verso tutto ciò che riguarda i processi innovativi che sono necessari in una qualsivoglia attività umana per garantire l'avanzamento tecnologico, scientifico, economico e culturale.

Se non fossero stati questi gli aspetti negativi del nostro Paese, forse sarebbero proliferati Centri di Ricerca e Sviluppo, vi sarebbero aziende chimiche di successo, disporremmo di brevetti e pubblicazioni scientifiche di grande rilevanza internazionale.

D) Lo sviluppo delle scienze chimiche in Italia

Ritorno ancora sul premio Nobel per ricordare che le qualità del prof. Natta e del suo gruppo di ricerca sono andate molto al di là dell'importante e critico apporto alle scienze chimiche. Hanno infatti spazionato, leggendo gli interessanti racconti dei suoi principali collaboratori, a tutto campo in termini umani, ingegneristici e di visione del futuro di questa scienza.

Ma se l'apporto e il contributo alla scienza delle macromolecole e alla comunità chimica internazionale da parte del professor Natta sono

stati di enorme valore, lo stesso non si potrebbe dire per la maggior parte dei chimici, i quali hanno pensato bene di continuare a occuparsi, almeno negli anni immediatamente successivi al Nobel, degli stessi argomenti, trascurando o non occupandosi che marginalmente di tutto ciò che non afferisse alla chimica dei polimeri, alla chimica delle macromolecole. Da qui i ritardi, in qualche caso, non ancora facilmente colmabili, nella biochimica, nella chimica-fisica, nella chimica analitica strumentale, in ultimo, aspetto molto grave, nelle biotecnologie moderne, per non parlare della chimica farmaceutica e medica.

L'eccessiva specializzazione, in questo caso quasi esclusivamente verso la chimica macromolecolare, quindi, ha avuto come conseguenza uno sviluppo disarmonico, che non ha toccato in maniera approfondita gli altri settori della chimica, almeno nel nostro Paese.

E) L'inconscio personale e il suo influsso sulle scienze chimiche

Quest'aspetto non può essere approfondito in questa sede, principalmente perché non sono uno psicoanalista, anche se mi sono occupato di questa affascinante disciplina, ma solo come cultore. Comunque, riporto alcune affermazioni espresse durante conferenze focalizzate sulla psicoanalisi in cui si ipotizzava che la scelta di un indirizzo di studi, in particolare per il corso di chimica, si riallaccerebbe al "desiderio inconscio di controllare la propria vita e i rapporti di relazione in maniera a dir poco assoluta".

In conclusione, tutti gli individui con le loro scelte intendono, senza una volontà consapevole e cosciente, raggiungere e realizzare fortemente il controllo sulle cose; se si parla di scienze chimiche, risulterebbe una più forte determinazione, sempre inconscia, di controllare la natura.

F) La Chimica nelle scuole: insegnamento, errori di impostazione e scelta dei docenti

Prima di procedere oltre, ribadisco il concetto che quanto sviluppato in queste pagine proviene ancora e unicamente dalla mia recente esperienza di docente di matematica e scienze presso alcune scuole e incaricato di alcune lezioni sulla chimica degli insetti, chimica dei prodotti fitosanitari presso un'università lombarda, affiancando il docente titolare del corso. La chimica ancora oggi viene vista come un oggetto misterioso, probabilmente non ben accettata dagli studenti, forse perché verrebbe trasmessa un'immagine negativa o non proprio costruttiva già in famiglia; infatti nel periodo in cui avevo svolto l'attività di docente avevo sempre sentito parlare, dico sempre, di prodotti naturali di gran lunga migliori dei sintetici (in molti casi può essere vero esattamente il contrario), di prodotti alimentari artigianali superiori per sapore, qualità e altre caratteristiche organolettiche (in molti casi può risultare decisamente l'opposto, ma non tanto per le tipologie di processo quanto per i maggiori controlli di chimica analitica strumentale, eseguiti sia sulle materie prime sia sui prodotti finiti).

L'insegnamento della chimica si risolve alcune volte in vuote e sterili esercitazioni oppure nello svolgimento e risoluzione di problemi senza alcuna aderenza alla realtà; se da un lato sviluppano abilità formali, dall'altro non conducono a una concreta comprensione dei vari argo-

menti e non contribuiscono ad accrescere l'indipendenza intellettuale. L'obiettivo, che consiste di fatto nel portare alla vera conoscenza non alla manipolazione di dati e formule, deve condurre a un approfondimento dei principi e al loro utilizzo, per raggiungere una visione sempre più ampia della natura e dei fenomeni ad essa correlati.

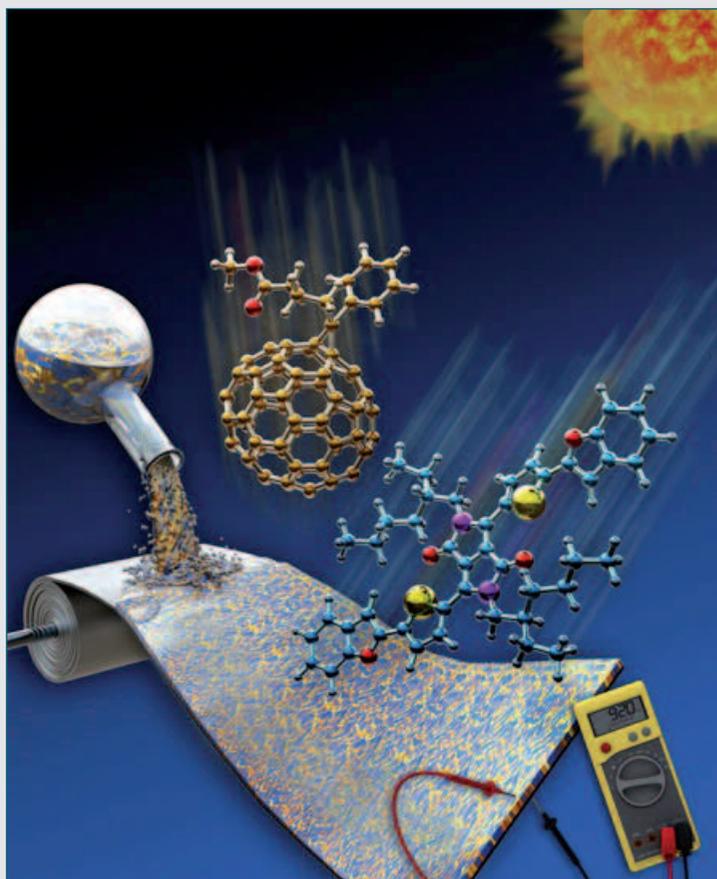
L'insegnamento è un fenomeno complesso mai riconducibile al semplice trasferimento di conoscenza, ma deve tener conto di numerosi fattori che, senza poter essere esaustivo, comprendono, tra l'altro, i seguenti:

- 1) i contenuti di quella disciplina;
- 2) lo sviluppo storico;
- 3) la didattica della stessa che tra l'altro può presentare aspetti diversi e richiedere una diversa impostazione, a seconda dello specifico argomento, nell'ambito della medesima disciplina;
- 4) la preparazione teorico-pratica del docente;
- 5) la capacità di presentare e discutere i principi della disciplina attraverso un dialogo aperto, che deve tendere ad assicurare la comprensione autentica da parte dello studente di ciò che si sta trasmettendo;
- 6) la capacità e l'abilità del docente di generare nell'allievo il dubbio che tutto ciò che è stato discusso a lezione potrebbe non essere più vero, in seguito a nuove scoperte o verifiche delle stesse. In altri termini si deve comunicare a chi ascolta il valore, del tutto relativistico, delle discipline scientifiche; è questo il messaggio autentico e formativo da trasmettere.
- 7) documentata capacità del docente di aiutare, anche attraverso un'attività di tipo maieutico e non solo, lo studente e in generale il formando a darsi un adeguato metodo o un insieme di metodi di studio.

L'ultimo elemento di discussione riguarda la figura del docente a cui dovrebbe essere affidato quanto prima l'incarico di insegnare la chimica nelle scuole di ogni ordine e grado.

A tutt'oggi e da sempre la chimica viene insegnata, in particolare nelle scuole secondarie di primo e secondo grado, da laureati in scienze biologiche o indirizzi equivalenti. Senza nulla togliere alle altre figure professionali, la chimica deve essere insegnata da chimici, come la





matematica deve essere insegnata da matematici; lo stesso deve valere per qualsivoglia disciplina scientifica, umanistica, economica. Ogni disciplina, ogni materia deve essere insegnata necessariamente dalla corrispondente figura professionale. Se ciò non accadrà, si continuerà a pagare un prezzo elevatissimo in termini educativi, culturali e scientifici.

Conclusioni

I punti critici - quelli più importanti sono stati esplicitati nel paragrafo precedente, ma ne esistono comunque altri che meritano di essere sviluppati - emergono dalle esperienze diversificate dell'autore e quindi, non possono avere alcun carattere generale. Con queste premesse qualcuno potrebbe chiedersi quale significato debba attribuirsi al contenuto e perché sia stato scritto e divulgato su una rivista a diffusione nazionale, se i punti critici non possono essere generalizzati e non rivestono, quindi, un valore di applicabilità diffusa e, ancora più importante, di condivisibilità allargata.

La realtà è diversa poiché qualunque scritto, anche il più autorevole, deve sempre contenere e instillare il germe del dubbio e della sua successiva, conseguente verifica.

Sono pronto a discutere punti di vista diversi, ma sono anche consapevole di quanto sono andato sviluppando. In questo scritto, infatti, ho voluto rompere gli schemi, non proponendo né argomentazioni di politica industriale né problematiche relative a import/export (presentate e

discusse da tutti coloro che si muovono in questo settore da tempo e i cui contributi hanno un peso enorme e costruttivo nell'economia del settore chimico) ma, attraverso l'elencazione di motivazioni del tutto diverse, cercare di realizzare un contraddittorio per il tramite del quale valutare tutti i punti evidenziati, con il rigore e l'obiettività che qualsivoglia affermazione meriti in determinate circostanze.

La validità di quanto ho esposto dipenderà dunque solo e unicamente dall'esame delle ipotesi sottoposte al giudizio da parte della comunità degli esperti, dei giornalisti specializzati nel settore e dalle relative conclusioni che emergeranno da un'auspicata tavola rotonda.

Vi sono molti altri aspetti che meritano ugualmente di essere discussi, ma, sia esigenze di spazio sia soprattutto perché richiederebbero approfondimenti diversificati, che appaiono essere secondari rispetto ai punti critici elencati in precedenza, impediscono una trattazione più estesa.

Mi riferisco in particolare ad argomenti di settori specifici, quali:

- i i chimici nell'industria;
- ii il corso di laurea in chimica e la sua riprogrammazione;
- iii l'importante ruolo svolto dall'ordine professionale dei chimici;
- iv la chimica e la medicina;
- v l'attività del chimico negli istituti di cura;
- vi l'attività del chimico nei centri ricerca ad indirizzo medico.

Prossimamente gli argomenti in elenco potrebbero essere sviluppati e costituire, pertanto, un "continuum" con questa prima parte, che verrebbe completata per tentare di fornire una panoramica più aderente alla realtà del fenomeno "Chimica".

Questo articolo può e deve generare idee diverse e, in alcuni casi, anche contrastanti o semplicemente non in linea con quelle da me descritte, ma ben vengano, se l'unico obiettivo è di restituire alla chimica tutto lo spazio che merita e che avrebbe perso negli ultimi tempi a causa di una visione della realtà il più delle volte miope e fortemente riduttiva.

Evidenziare le cause che, secondo la mia esperienza, ne rallenterebbero l'avanzamento tecnologico, industriale, scientifico è l'obiettivo che mi ero prefissato fin dall'inizio della stesura e confido di aver lanciato la sfida, mosso solo dalla convinzione profonda che anche alla chimica, intesa come l'insieme di tutti coloro che ci lavorano con amore, dedizione e voglia di crescere culturalmente e industrialmente, spetti il ruolo di trainare il sistema Paese, facendolo uscire dalle sabbie mobili nelle quali si è in parte bloccato.

Sembra che in un recente passato la chimica avesse corso il grave rischio di subire una riduzione, diventando fisica applicata, biotecnologie, biologia molecolare. Se ciò fosse accaduto avrebbe provocato un grave danno non solo all'immagine della chimica, ma, anche e soprattutto, alla chimica come scienza a sé stante, con il suo importante e critico bagaglio di leggi fondamentali, la sua didattica unica e articolata, la sua epistemologia, i suoi processi, le sue sempre più crescenti applicazioni in numerosi e diversificati campi; in altre parole sarebbe equivalso a rinnegare la sua posizione fortemente interdisciplinare e quindi trasversale.

Non sarà facile per la categoria riaffermare l'indipendenza della chimica dalle altre discipline, anche se i campi d'interesse della stessa stanno andando verso una notevole espansione; infatti i metodi chimici e chimico-fisici strumentali sempre più stanno trovando applicazioni, già da molto tempo, in aree quali l'astrochimica, la biologia molecolare, la neurochimica, le nanoscienze, le biotecnologie moderne.

Un aspetto che merita forse più di altri di essere esplicitato riguarda non più la Chimica ma tutti coloro che, essendo direttamente o indirettamente esterni alla professione, debbono poterla definitivamente riconoscere e apprezzare.

Nel nostro Paese purtroppo continua erroneamente a persistere una sola figura di laureato, che comprende il medico, l'ingegnere e l'avvocato, e, solo al primo, nel distorto immaginario collettivo del nostro Paese, viene riconosciuto "l'appellativo di dottore".

Completo quanto detto sopra con alcune considerazioni che possono apparire secondarie o del tutto ininfluenti, se non inutili alla gran maggioranza delle persone: debbo ribadire invece con forza che il mancato o l'insufficiente sviluppo della chimica nel nostro Paese può dipendere anche dal mancato riconoscimento della critica funzione del chimico.

I due aspetti *chimica* e *dottore in chimica* sono indissolubilmente legati; allo stesso modo lo sono *la medicina* e *dottore in medicina* e ciò vale, senza alcun dubbio, anche per tutte le altre figure professionali e le relative discipline.

Il chimico, nel nostro Paese, è visto ancora solo e unicamente come perito chimico e questa visione, errata e fuorviante, attribuisce importanza solo a quest'ultima figura, che tra l'altro svolge il suo lavoro con competenza e professionalità.

Al contrario il dottore in chimica appare una figura molto confusa, imprecisa, vaga quasi non definita: questa è l'idea che l'uomo comune ha ancora di noi chimici.

Un duraturo e significativo sviluppo della chimica italiana deve richiedere un cambio di mentalità non tanto da un punto di vista scientifico - non mancano scienziati e ricercatori di elevato livello nel nostro Paese, anche se una parte dell'intelligenza italiana è convinta che i così detti "cervelli" che lavorano all'estero debbano essere richiamati, mentre sono convinto che si debbano solo migliorare le condizioni economiche e logistiche dei ricercatori nostrani - quanto da un punto di vista organizzativo, attraverso la realizzazione di una serie di decisioni strategiche ragionate e analizzate fin nei minimi particolari, non prima di avere sottoposto al giudizio della comunità degli esperti quanto è stato ipotizzato nell'articolo.

Ringraziamenti: l'autore è grato ad Arturo Anastasio per aver individuato la migliore forma di abstract, a Maria Erika Anastasio e Mariano Fiorentino per una lettura attenta e responsabile e, infine, a Giuseppe Torre, un chimico come l'autore, che si è avvicinato allo scritto attraverso una lettura critica e costruttiva.

Maurizio Anastasio, laureato in Chimica presso l'Università di Napoli, ha lavorato in diverse multinazionali occupandosi di sintesi organica e agrobiotecnologie. Successivamente, in alcune PMI, ha maturato esperienza nei settori della produzione industriale, marketing territoriale, selezione e assunzione di personale tecnico.

Completa l'attività lavorativa in qualità di docente di matematica e scienze nella scuola media inferiore e di chimica e scienze biologiche presso un Liceo Classico; svolge infine lezioni sulla "chimica degli insetti" e la "chimica dei fitofarmaci" presso la Facoltà di Agraria di un'università milanese su incarico del docente titolare. È fondatore e amministratore di *International Projects*, con interessi nella ricerca applicata in chimica, biotecnologie e nell'attività di formazione.

Ha sviluppato recentemente un lavoro focalizzato sulle Metodologie di Studio, al vaglio di alcune case editrici.

Bibliografia

La bibliografia, che comunque riporto, non è stata necessaria in questo articolo, che riflette la mia personale esperienza nelle varie attività svolte durante la vita lavorativa, quindi è uno scritto relativo alla mia personale visione della chimica, ma è stata però molto utile per generare idee, ma soprattutto per confrontare le mie idee con quelle di gran lunga più autorevoli degli importanti autori citati in elenco e anche di tutti gli altri autori non citati in questa sede.

La bibliografia risulterà invece necessaria e sarà arricchita da riferimenti aggiuntivi se/quando potrò sviluppare la seconda parte in cui si richiederà un maggior e più profondo coinvolgimento e conoscenza dei rapporti esistenti tra la chimica e le altre discipline proprio per la sua trasversalità e interdisciplinarietà:

- S. Righi, *Reazione Chimica*, Edizioni Guerini e Associati, 2011.

- L. Campanella, *La chimica e oltre*, Di Renzo Editore, 2006.
- Accademia Nazionale del Lincei, *Convegno nel centenario della nascita di Giulio Natta*, Estratto, Roma, 2004.
- A. Bonaccorsi (a cura di), *Il Sistema della Ricerca Pubblica in Italia*, FrancoAngeli, Milano, 2003.
- F. Trifirò, *Chimica e Industria*, 2003, **85**(6), 65.
- G. Villani, *Chimica e Industria*, 2003, **85**(6), 56.
- L. Cerruti, *Chimica e Industria*, 2003, **85**(6), 59.
- E. Martuscelli, *La ricerca sui polimeri in Italia*, Istituto di Ricerca e Tecnologia delle Materie Plastiche, Pozzuoli (NA), 2001.
- L. Frezza, *La ricerca del farmaco*, *Il Sole 24 Ore*, Milano, 1997.
- L. Caglioti, *I due volti della chimica. Benefici e rischi*, Ed. Arnoldo Mondadori, Milano, 1979.