



Società Chimica Italiana

La Chimica nella Scuola

Workshop nazionale
Etica e sperimentazioni scientifiche

Pisa 22 – 23 gennaio 2016



Indice

- 5 Workshop nazionale su "Etica e chimica"
Valentina Domenici, Maria Minunni, Maria Rosaria Tinè
- 13 La Società Chimica Italiana e l'etica della chimica
Luigi Campanella
- 15 Scienza moderna ed etica: un rapporto ineludibile
Giovanni Villani
- 23 La chimica e le altre
Luigi Campanella
- 25 La percezione della chimica nella società e il ruolo
della comunicazione, oggi
Valentina Domenici
- 39 La dualità della chimica e le convenzioni
internazionali
Ferruccio Trifirò
- 47 *Open access* per una scienza inclusiva
Maria Rosaria Tinè
- 53 Effetti ambientali di comportamenti illeciti
Fabrizio Passarini
- 57 La sperimentazione animale
Luigi Campanella

Workshop nazionale su “Etica e Chimica” Pisa 22-23 gennaio 2016

Valentina **Domenici**^{1*}, Maria **Minunni**², Maria Rosaria **Tinë**¹

1. Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Moruzzi 13, 56124 Pisa.
2. Dipartimento di Chimica 'Ugo Schiff', Via della Lastruccia, 3-13, 50019 Sesto Fiorentino.

*E-mail: valentina.domenici@unipi.it

Si è svolto a Pisa, nella sede del nuovo Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa, un workshop nazionale dedicato a varie problematiche e argomenti di grande attualità e interesse legati all'etica della scienza e, in particolare, della Chimica. Il workshop, promosso dal gruppo di lavoro di “Etica della Chimica” della Società Chimica Italiana (SCI) e dalla sezione Toscana della stessa SCI, aveva come titolo “*Etica e sperimentazioni scientifiche*”. Il workshop ha avuto il patrocinio dell'Università di Pisa, della Scuola Normale Superiore di Pisa, dell'Università di Firenze, del CNR-ICCOM e dell'Università di Siena.

Durante le due giornate del workshop, il 22 e il 23 gennaio scorsi, l'aula magna del Dipartimento ha visto la partecipazione di quasi cento iscritti, tra, ricercatori, insegnanti, studenti e liberi professionisti, per discutere e confrontarsi su cinque grandi tematiche, che hanno segnato altrettante sessioni di lavoro.



Figura 1. Il comitato organizzatore: (da sinistra) professoressa Maria Rosaria Tinè, dottoressa Valentina Domenici, professoressa Maria Minunni

Il convegno si è aperto con i saluti istituzionali del direttore del Dipartimento di Chimica dell'Università di Pisa, il professor Roger Fuoco, del presidente della SCI, il professor Raffaele Riccio, e della presidente della sezione Toscana, la professoressa Maria Minunni. L'importanza di discutere i temi etici legati alla professione del chimico è stato ben sottolineato da tutti. Oggi chi si occupa di Chimica non può non farsi delle domande sull'impatto della propria professione sulla Società e sull'Ambiente.

Proprio l'immagine della Chimica e la sua percezione nella Società è stata il filo conduttore della prima sessione tematica, intitolata "**Chimica e Società: aspetti etici legati alla comunicazione**". Si è trattato di una tavola rotonda aperta dal giornalista scientifico e scrittore, Pietro Greco, chimico di formazione, da sempre molto sensibile alla Comunicazione della Chimica e al tema della responsabilità sociale delle Scienze.

Tra i relatori, il dottor Giovanni Villani, ricercatore del CNR (ICCOM) di Pisa, e attuale presidente della Divisione di Didattica della Chimica, ha introdotto il tema dell'etica della Chimica da un punto di vista storico. Emblematica della nascita del problema "etico" nella Chimica, che Villani individua storicamente intorno alla metà del secolo scorso, la figura del grande chimico Haber, padre del processo industriale per la sintesi dell'ammoniaca, ma anche il primo ad aver suggerito l'uso di sostanze chimiche come armi di distruzione di massa. Il fattore storico ha dunque pesato sull'immagine negativa della Chimica nella Società, come sottolinea Greco nella sua ricerca delle cause di questa percezione, tra cui un ruolo importante è dato dal rapporto tra Chimica e Industria Chimica, e anche da ragioni epistemologiche. Che la Chimica non goda di una grande considerazione a livello di opinione pubblica, ce lo conferma anche la brillante giornalista e comunicatrice scientifica Silvia Bencivelli. La sua esperienza è esemplare: su 74 articoli scritti per Repubblica, solo 2 trattano di Chimica, o meglio Biochimica. E' la Biologia, secondo Bencivelli, la scienza che oggi, a fianco dell'Astronomia e della Medicina - storicamente le più gradite dal pubblico generico -, "toglie" spazio alla Chimica, che continua ad essere considerata ostica, lontana e poco gradita. Il punto di vista del comunicatore si contrappone a quello di uno dei chimici che più si è occupato di problemi etici, comunicazione e insegnamento, il professor Luigi Campanella, ex-presidente della SCI e attuale referente per il gruppo di Etica della Chimica in Italia e in Europa. La Chimica, secondo Campanella, sta vivendo una sorta di "rinascimento" e la sua immagine sta progressivamente migliorando. Le ragioni sono da ricercare senz'altro nella sua natura di scienza creativa e flessibile, nel suo crescente ruolo nella risoluzione di problematiche, anche etiche, legate all'impatto della Chimica sulla Società e sull'Ambiente.



Figura 2. Tavola rotonda “Chimica e Società: aspetti etici legati alla comunicazione”. (da sinistra) dottor Pietro Greco, dottoressa Silvia Bencivelli, professor Luigi Campanella, dottor Giovanni Villani

Su quest’ultimo punto si è aperta la seconda sessione tematica dal titolo **“Aspetti etici dell’impatto della Chimica sull’Ambiente”**, con la interessante e illuminante relazione della professoressa Margherita Venturi, del Dipartimento di Chimica “Ciamician” di Bologna. In questa conferenza, dal titolo “Le risorse del pianeta: passato, presente e futuro”, Venturi ha ripercorso la storia del nostro pianeta dal punto di vista delle risorse, con particolare riferimento al suolo e all’acqua, e a tutti gli elementi chimici e sostanze che li compongono. L’alterazione dei cicli degli elementi chimici, dall’azoto al carbonio per citare i più noti, per effetto delle attività umane è sotto gli occhi di tutti, ma le conseguenze di queste alterazioni non sono altrettanto note. Un’analisi attenta degli sprechi, sia di acqua che di cibo, e della loro non equa distribuzione tra gli abitanti del pianeta, porta inevitabilmente a toccare ambiti etici, ma anche politici. Da qui, l’esigenza di partecipare come comunità dei chimici, e degli scienziati in generale, al processo di “riequilibrio” delle risorse. La Chimica può fare molto, afferma Venturi, introducendo le parole chiave: “sostituire”, “riciclare”, “riutilizzare”, “riparare” e “fare con meno” che rappresentano la grande opportunità di questa disciplina. Un esempio di cosa la Chimica già fa in campo ambientale è portato dall’esperienza del dottor Alessandro D’Ulivo, del CNR ICCOM di Pisa, che ha raccontato dei risultati delle sue ricerche nel campo dell’abbattimento degli inquinanti e delle ricadute industriali, sia nel campo della geotermia che in quello dell’industria dei coloranti.

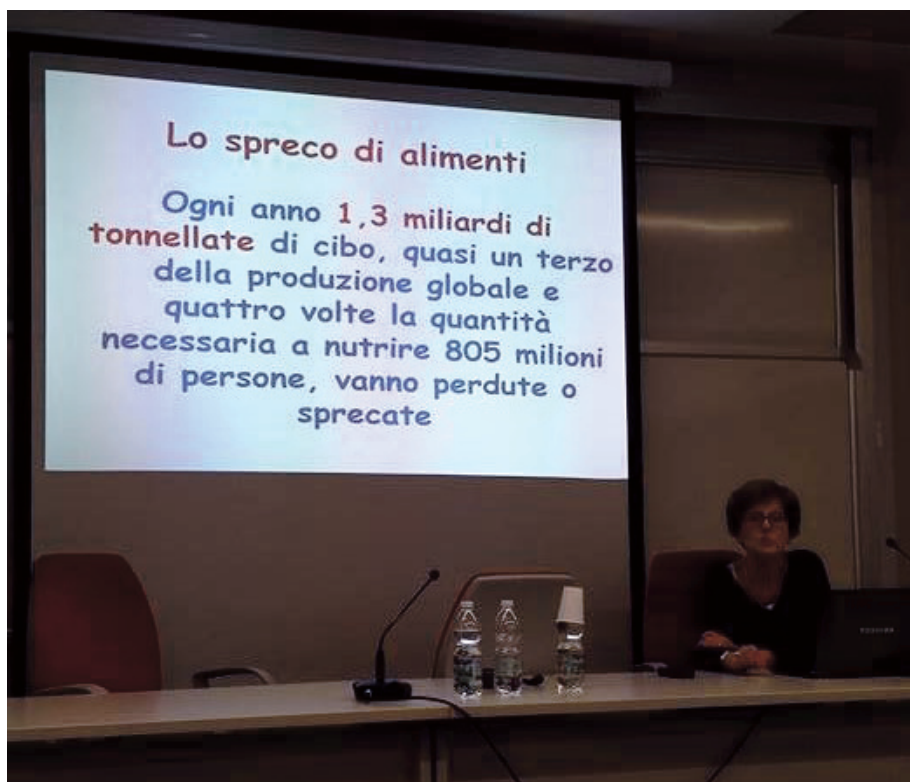


Figura 3. La professoressa Margherita Venturi durante la sessione “**Aspetti etici dell’impatto della Chimica sull’Ambiente**”

Un altro tema toccato in queste due giornate è stato quello delle pubblicazioni scientifiche. Ci sono infatti molti aspetti etici legati a quello che può essere definito come il più importante “prodotto” della ricerca: le pubblicazioni scientifiche. Queste sono infatti il segno tangibile del contributo degli scienziati alla conoscenza. Ma questa conoscenza è spesso condivisa tra pochi e non raggiungibile dalla maggior parte delle persone, con disuguaglianze anche all’interno della comunità scientifica, ovvero tra paesi ricchi e paesi poveri. Da qui l’opportunità, non esenti da limiti però, delle pubblicazioni open-access e dei data-base pubblici. Alla tavola rotonda intitolata “**Aspetti etici legati alle pubblicazioni scientifiche, agli archivi e agli open access**” hanno preso parte rappresentanti dei diversi *stake-holders* che su questi temi si confrontano da posizioni diverse, l’editoria scientifica, le biblioteche universitarie, il mondo dei ricercatori. La dottoressa Paola Galimberti, dell’Università di Milano, ci ha parlato dei vantaggi e degli svantaggi dell’open access, ovvero l’accesso gratuito on-line all’informazio-

ne scientifica, dal punto di vista dei ricercatori. Solo per citare alcuni aspetti, da un lato visibilità, internazionalità, condivisione dei risultati della ricerca, ma dall’altro il rischio di giornali di basso impatto e qualità non certificata. In tutto questo, il fattore economico non è irrilevante, tutt’altro, come ci spiega il professor Alberto Franco Pozzolo, economista dell’Università del Molise. Oggi si rischia di pagare due volte! Questa è in estrema sintesi la questione che più assilla i ricercatori, che da un lato vorrebbero pubblicare un lavoro open access, per avere maggiore visibilità e quindi potenzialmente maggiori citazioni (fatto da cui dipende il prestigio, e spesso anche la possibilità di avere maggiori fondi per la ricerca), ma per far questo non solo contribuiscono pagando le case editrici attraverso le biblioteche di ateneo, ma anche direttamente pagando, e non poco, perché il proprio lavoro sia “open”. Chi ci guadagna, avendo peraltro una sorta di monopolio, sono le case editrici, dice Pozzolo. Questo non è del tutto vero per le case editrici universitarie, rappresentate da Claudia Napolitano di University Press (UNUPI), che, sottolinea, sono molto diversificate tra ateneo e ateneo, e cercano da un lato di difendere gli archivi open e dall’altro devono comunque rimanere sul mercato e seguire quindi le logiche delle pubblicazioni a pagamento. Il quadro è quindi molto complesso e soprattutto frammentario, per l’assenza di una “policy” condivisa, e non solo sul piano italiano.

La seconda giornata del convegno si è aperta con una quanto mai attuale sessione intitolata: **“Aspetti etici legati alle sperimentazioni dei farmaci e nuovi metodi alternativi alle sperimentazioni animali”** con due relazioni molto interessanti del filosofo e ricercatore dell’Università di Zurigo, dottor Alessandro Blasimme, e del dottor Iacopo Carlini della società Flashpoint srl. Alessandro Blasimme ci ha raccontato in modo estremamente chiaro ed esaustivo gli aspetti epistemologici della sperimentazione animale, usata nella fase preclinica dei nuovi farmaci ad esempio, e degli aspetti etici dei metodi alternativi alla sperimentazione animale. Partendo dallo statuto morale degli animali e illustrandoci le varie linee di pensiero, anche opposte, dall’egalitarismo alla teoria di demarcazione, Blasimme ci ha ricordato quanto tuttavia il dibattito pubblico su questo tema tenda spesso a divergere dai problemi reali, ma anche filosofici, che la sperimentazione animale pone. Riportare il dibattito al tema etico e filosofico è altrettanto importante quanto cercare di sviluppare metodi alternativi che siano davvero efficaci e non rischiosi. Su cosa si basano i metodi alternativi e cosa prevede la normativa europea del REACH è stato l’oggetto della relazione di Carlini, che ha spiegato in dettaglio i cosiddetti metodi “in silico”, come i modelli di relazioni quantitative struttura-attività (QSAR) e il raggruppamento di sostanze e il metodo del read-across. Assieme ai più comuni metodi “in

vitro”, quelli “in silico” si presentano come valido supporto soprattutto per predire i rischi associati all’uso di nuove sostanze chimiche. La normativa REACH quindi supporta e invita i ricercatori ad usare sempre di più tecniche alternative alla sperimentazione animale.



Figura 4. Il dottor Alessandro Blasimme durante la sessione “**Aspetti etici legati alle sperimentazioni dei farmaci e nuovi metodi alternativi alle sperimentazioni animali**”

Il convegno si è concluso con la sessione tematica sulla “ricerca responsabile”, di cui il dottor Sesto Viticoli, presidente dell’AIRI, Associazione Italiana per la Ricerca Industriale, ha parlato soprattutto dal punto di vista dell’innovazione e delle applicazioni della ricerca scientifica, e in particolare della Chimica. Il professor Luigi Campanella, nel concludere il workshop, ha riassunto le motivazioni della Società Chimica Italiana e il suo impegno nel portare avanti e diffondere il tema dell’Etica. Insieme alla Società Chimica Tedesca, quella Italiana è l’unica società in Europa ad aver promosso un gruppo di lavoro, aperto, sul tema dell’Etica e Chimica, invitando ad una attenzione all’etica della professione del chimico i giovani sin dalla laurea, con il cosiddetto “Giuramento del Chimico”, con cui i laureati giurano di esercitare la professione del chimico nel rispetto dell’ambiente, per il miglioramento della qualità della vita e comportandosi in modo etico.

L’interesse su queste tematiche è stato testimoniato anche dal seguito del workshop: molti, informati dell’evento, ci hanno contattato chiedendoci il materiale del convegno che è stato in parte pubblicato su una pagina permanente sul sito del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale

dell’Università di Pisa. Inoltre, grazie alla disponibilità di alcuni autori abbiamo raccolto in questo volume buona parte delle presentazioni, sotto forma di riflessioni e articoli.



Figura 5. Chiusura del convegno con il professor Luigi Campanella

Link:

<https://www1.dcci.unipi.it/etica2016/index.html>

https://www.facebook.com/Workshop-Etica-e-sperimentazioni-scientifiche-1551787378478948/?ref=aymt_homepage_panel

La Società Chimica Italiana e l'etica della chimica

Luigi Campanella

Dipartimento di Chimica, Università di Roma "La Sapienza",
Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia.
E-mail: luigi.campanella@uniroma1.it

La Società Chimica Italiana è da tempo impegnata nella valorizzazione dell'Etica in Chimica, tanto da essere stata la prima società scientifica a proporre una sorta di giuramento del chimico, simile a quello dei medici di ippocratica memoria. L'etica può essere considerata come un sistema di regole morali finalizzate al rispetto dell'*altro*, sia esso una persona, un animale, l'ambiente, il patrimonio culturale. I principi etici del chimico, ribaditi in sede della Società Chimica Europea (EUCHEM) dai componenti del gruppo di lavoro SCI sull'Etica, fanno riferimento a quelli che possiamo definire come i caratteri distintivi della Chimica all'interno delle Scienze.

Tali caratteri sono la creatività, la flessibilità, il carattere prevalentemente induttivo della conoscenza, quindi sperimentale della ricerca, per accrescerla. Il chimico è forse lo scienziato più vicino all'arte, proprio per il carattere creativo della propria attività finalizzata alla costruzione di nuove molecole a partire dai tasselli costituenti, cioè gli atomi dei vari elementi coinvolti. Tale creatività comporta un impegno etico: si pongono infatti due questioni relative alla responsabilità dell'uso delle molecole create, talvolta molto diverso o addirittura in contrasto con quello che ne hanno stimolato la scoperta.

C'è poi l'aspirazione ad un prestigio professionale a seguito di tale scoperta che può indurre ad una esaltazione della sua utilità con conseguenze negative rispetto ad aspettative che possano derivare da tale esaltazione (si pensi alla scoperta di nuovi farmaci per combattere malattie molto resistenti ad essere debellate).

La flessibilità della Chimica ne ha consentito l'impegno con successo prima, negli anni del dopoguerra e del boom economico, nella direzione del mercato e dell'economia con una colpevole disattenzione verso gli aspetti della salute, della sicurezza, della protezione ambientale e dopo, negli anni 70-80, verso la soluzione dei problemi igienico-sanitari, ambientali, alimentari, della sicurezza, in parte di certo derivati da quel comportamento colpevole.

Questi due volti della Chimica meritano e chiedono di essere perseguiti entrambi con un giusto equilibrio, superando le convenienze di mercato e di accesso ai finanziamenti, anche sacrificando, come sistema complessivo della ricerca, una parte delle libertà individuali di ricerca.

C'è infine l'aspetto della sperimentazione che può apparire un argomento al quale risulta difficile riferire considerazioni etiche. Non è così: si pensi alla sperimentazione animale, all'accanimento terapeutico, all'atteggiamento rigorosamente positivista rispetto al metodo scientifico, alla responsabilità verso la sicurezza degli altri in laboratorio. In tutti questi casi invocare limitazioni alla sperimentazione risponde a precise esigenze morali che ne fanno un problema di etica.

Questi punti base sono stati dalla SCI riproposti in sede di gruppo Europeo EUCHEMS di Etica, per giungere e contribuire ad un documento che giustifichi, con l'impegno delle altre Società Chimiche europee, prima fra tutte quella tedesca che insieme alla SCI ha promosso questa iniziativa, la trasformazione del GdL sull'Etica in una Divisione Euchems.

Scienza moderna ed etica: un rapporto ineludibile

Giovanni Villani

Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici del CNR
Area della Ricerca di Pisa. E-mail: villani@pi.iccom.cnr.it

Introduzione

Lo scopo di questo lavoro è duplice. Da un lato, analizzare nelle sue forme generali il rapporto tra la ricerca scientifica e l'etica; dall'altro, far vedere con tre esempi mirati (uno di Fisica, uno di Chimica e uno di Biologia) come lo stesso rapporto tra scienza ed etica si sia modificato nell'ultimo secolo e indicare delle specificità disciplinari. L'idea che sta alla base di questo lavoro è che l'immagine di una ricerca scientifica pura (e quindi senza o con pochi problemi di etica) e di una applicazione tecnica su cui scaricare questi problemi è sempre meno applicabile alla scienza odierna. La tecnoscienza, come è stata chiamata la scienza odierna, ha portato a ridurre, fin quasi ad annullarsi, la distanza tra la ricerca scientifica e la sua applicazione portando, di conseguenza, completamente all'interno del mondo scientifico le problematiche etiche.

Negli ultimi decenni è apparsa evidente una forte inquietudine nei riguardi della tecnoscienza. Infatti, dopo un lungo periodo in cui la scienza e il suo sviluppo erano stati identificati tout court con il progresso dell'umanità o almeno come degli ottimi indicatori di tale progresso, si è cominciato a constatare che lo sviluppo scientifico può anche produrre dei danni, fino a mettere in pericolo la sopravvivenza dell'umanità. La tecnoscienza può dunque provocare del male e anche se, in un primo tempo, questo male è stato configurato sotto la forma abbastanza rudimentale del pericolo fisico, le riflessioni si sono presto orientate nella direzione di una vera e propria discussione etica, nella quale si è posto il delicato problema di una regolamentazione, e anche di una limitazione, della tecnoscienza.

Di fronte alle difficoltà nell'affrontare il problema di dirigere e limitare la tecnoscienza, oggi si è diffusa la risposta: "bisogna ritornare alla natura", arrestare la crescita dell'artificiale o, almeno, subordinare l'artificiale al naturale. Questa risposta è inadeguata per una serie di ragioni. In primo luogo, l'ordine naturale non ha più ai nostri occhi quel valore metafisico e teologico che un tempo poteva farne la misura delle azioni umane. In secondo luogo, l'artificiale è tipico dell'uomo che da sempre assicura la sua sopravvivenza e il suo progresso adattando la natura alle sue esigenze, invece di adattarsi a essa. In terzo luogo, è grazie all'artificiale che l'uomo ha

potuto migliorare le proprie condizioni di vita, anche sotto il profilo della propria esistenza biologica e “naturale” (sopravvivenza, salute, protezione contro le forze naturali avverse ecc.). Infine, la natura stessa è oggi interpretata, compresa e spiegata secondo i metodi e i modelli della tecnoscienza, cosicché non si saprebbe immaginare a quale Natura primordiale si vorrebbe “ritornare”.

In fondo l'uomo contemporaneo, dopo secoli nei quali si era abituato a sentirsi frustrato di fronte alle molte cose che non era capace di fare, si è visto di colpo (grazie alla tecnoscienza che ha aperto in modo smisurato le sue capacità di realizzazione) nella situazione di comprendere che ci sono molte cose ormai che egli è capace di fare, ma che non *deve* fare e che, anzi, il vero problema dell'umanità, al giorno d'oggi, non è più quello di accrescere le proprie possibilità di azione, bensì quello di operare delle scelte corrette. Il che è come dire che sta emergendo con forza crescente la priorità della dimensione etica su quella tecnico-pragmatica, priorità che, peraltro, non si è imposta in base a riflessioni filosofiche bensì come una conseguenza storica degli stessi sviluppi della tecnoscienza.

Tre esempi: Sintesi dell'ammoniaca, Progetto Manhattan e Progetto Genoma Umano

In questo lavoro abbiamo scelto di guardare un po' più da vicino tre casi storici, ognuno legato ad una specifica disciplina scientifica: la sintesi dell'ammoniaca (legato alla Chimica), il cosiddetto “progetto Manhattan” (legato alla Fisica) e il “progetto Genoma Umano” (legato alla Biologia). Procediamo in ordine cronologico.

Sintesi dell'ammoniaca

Agli inizi del XX secolo Fritz Haber brevettò un metodo che, partendo dall'azoto e dall'idrogeno e in presenza di un catalizzatore eterogeneo a base di ferro, permetteva la sintesi industriale dell'ammoniaca su larga scala. Il principale problema teorico legato a tale sintesi è rappresentato dalla difficoltà di rompere il triplo legame nella molecola di N_2 . Le elevate temperature che sarebbero necessarie per tale scissione furono abbassate nel processo ideato da Haber dalla presenza del catalizzatore.

L'ammoniaca ha molte applicazioni nella sintesi di altri prodotti, tra cui i principali sono i concimi e l'acido nitrico. Quest'ultimo può essere utilizzato per dare origine a vari nitrocomposti esplosivi usati nelle munizioni. Prima dell'utilizzo del processo Haber, i composti azotati necessari per le munizioni erano ottenuti dal nitrato di sodio importato dal Cile. L'enorme richiesta di questo sale durante la Prima Guerra Mondiale e le incertezze legate alle fonti di approvvigionamento avrebbero reso molto difficile una guerra di tale durata e di tale dimensione. Con l'utilizzo del processo Haber,

la Germania è riuscita ad assicurarsi le munizioni necessarie per tutta la durata della guerra. Per dirla con uno spot: Senza il processo Haber non ci sarebbe stata la Prima Guerra Mondiale o, anche, Haber ha reso possibile la Prima Guerra Mondiale.

Secondo gli standard di allora (e di ora), questa “implicazione” della sintesi dell’ammoniaca non costituiva un problema etico se Haber vinse il premio Nobel per la Chimica nel 1918 con la motivazione “per la sintesi dell’ammoniaca dai suoi elementi” e lì si riconosce il “grande beneficio per l’umanità” della sua scoperta. La motivazione sorvola sulle tante ombre che gravano sull’uso che proprio di quella scoperta è stato fatto. Neppure molto considerate furono le sue “gesta” durante la guerra. Il 22 aprile 1915, nei pressi di Ypres in Belgio, l’esercito tedesco attaccò il nemico utilizzando come arma un gas tossico per la prima volta nella storia. A fianco dei militari, a dirigere l’operazione, c’era lui, Fritz Haber. Centocinquanta tonnellate di gas cloro invasero le trincee dove erano asserragliate le truppe franco-algerine, provocando circa 5000 morti e determinando l’avanzata delle truppe tedesche. Nel 1918, tre anni dopo i fatti di Ypres, dopo essere stato dichiarato criminale di guerra dagli alleati al termine del conflitto mondiale, Haber, come abbia detto, si vide assegnare il premio Nobel. Questo secondo caso che ha coinvolto Fritz Haber, con gli standard etici della scienza contemporanea e al contrario della sintesi dell’ammonica, considera lo scienziato tedesco molto più colpevole dal punto di vista etico.

Progetto Manhattan

Nel gennaio del 1939 il fisico danese Niels Bohr e il fisico belga Leon Rosenfeld si recarono negli Stati Uniti e informarono i colleghi che in Germania Otto Hahn e Fritz Strassmann erano riusciti a produrre la fissione di atomi di uranio bombardati con neutroni lenti, e dell’interpretazione che Lise Meimer e Otto Frish, rifugiatisi in Svezia per scampare alle persecuzioni dei nazisti, avevano dato di questi risultati. Fra i fisici nucleari che lavoravano negli Stati Uniti si fece strada rapidamente la consapevolezza che, mediante la realizzazione di una reazione a catena di fissione dell’uranio, si potesse costruire una superbomba di inaudita potenza distruttiva.

La preoccupazione della comunità scientifica americana era alta e si riteneva che il Presidente dovesse essere avvertito dell’imminente pericolo. Un’ulteriore conferma del clima dell’epoca arriva dalla lettera che il fisico di origine tedesca Rud Ladenburg invia a Lyman Briggs, direttore del *progetto Uranio*¹:

1. <http://www.stocolmaaroma.it/2015/progetto-manhattan-la-storia-ve-la-racconto-io/>

Caro Dr. Briggs, può interessarla di sapere che un mio collega, arrivato da Berlino via Lisbona alcuni giorni fa, ha portato il seguente messaggio: un collega affidabile che sta lavorando in un laboratorio di ricerche tecniche gli ha detto di farci sapere che un gran numero di fisici tedeschi sta lavorando intensamente sul problema della bomba all'uranio sotto la direzione di Heisenberg, che lo stesso Heisenberg sta cercando di rallentare il lavoro per quanto è possibile, temendo i catastrofici risultati di un successo, ma non può fare a meno di adempiere gli ordini a lui dati, e se il problema può essere risolto, sarà probabilmente risolto in vicino futuro. Così ci ha consigliato di affrettarci se gli USA non vogliono arrivare troppo tardi.

Il 2 agosto 1939 Einstein sottoscrisse una lettera a Roosevelt per chiedere al governo di impedire la vendita alla Germania dell'uranio e richiedeva un appoggio massiccio del governo alla ricerca sull'energia nucleare. La lettera fu presentata al Presidente dal suo consigliere scientifico, il banchiere di origine russa Alexander Sachs soltanto l'11 ottobre 1939, quando la guerra in Europa era già scoppiata. Roosevelt decise di dare vita al Progetto Uranio. I fondi per le ricerche sull'uranio, che ammontavano inizialmente alla cifra irrisoria di 6000 dollari l'anno, furono forniti inizialmente dall'esercito e dalla Marina Usa. Il Progetto Uranio diventò in seguito il Progetto Manhattan.

Il 13 agosto 1942 iniziò il Progetto Manhattan o MED (Manhattan Engineer District). Tale progetto crebbe fino a occupare più di 130.000 persone, costando alla fine oltre 2 miliardi di dollari dell'epoca (circa 30 miliardi di dollari di oggi). In soli tre anni fu costruita la bomba atomica.

Alla fine del 1944 fu chiaro che la Germania nazista non sarebbe riuscita a costruire bombe a fissione, ma il Progetto Manhattan proseguì il suo corso sia dopo tale informazione sia dopo la capitolazione della Germania nazista (8 Maggio 1945). Nonostante lo scopo per il quale era nato non sussistesse più, nessuno degli scienziati coinvolti nel progetto abbandonò Los Alamos, con una sola eccezione. L'eccezione fu Joseph Rotblat, un giovane e brillante fisico Polacco che era andato a Los Alamos dall'Inghilterra, dove lavorava sotto la guida di James Chadwick, che la sera del 24 Dicembre 1944 abbandonò il Progetto Manhattan.

Chadwick poi mostrò un dossier di sicurezza in cui Rotblat era accusato di essere una spia sovietica e che, dopo aver imparato a volare a Los Alamos, era sospettato di voler aderire alla Royal Air Force in modo che potesse volare in Polonia e di lì in Unione Sovietica. Inoltre, era accusato di aver incontrato qualcuno a Santa Fe e di avergli lasciato un assegno in bianco per finanziare la formazione di una cellula comunista. In realtà, Rotblat fu in grado di dimostrare che gran parte delle informazioni all'inter-

no di tale dossier erano state fabbricate. Nel 1995 Rotblat e il movimento Pugwash, fondato da lui insieme ad Albert Einstein e Bertrand Russell, ricevettero il Premio Nobel per la Pace con la motivazione “per i loro sforzi per diminuire il ruolo svolto da armi nucleari nella politica internazionale e nel lungo periodo per eliminare tali armi”.

Progetto Genoma Umano

Il progetto di mappare l'intero genoma umano venne lanciato negli anni Ottanta dal premio Nobel James Watson, scopritore assieme a Francis Crick della struttura a doppia elica del DNA. Il Progetto Genoma Umano (PGU), che si basava su di un consorzio internazionale pubblico, partì ufficialmente nel 1990, con il compito di decifrare entro il 2005 gli oltre tre miliardi di basi che compongono il nostro DNA e identificarne tutti i geni. Tuttavia, la competizione con l'azienda privata Celera Genomics ha spinto i coordinatori del progetto pubblico a stringere i tempi e a rendere disponibili e pubblici i dati anche prima del completamento definitivo della ricerca. I nuovi obiettivi divennero, quindi, la diffusione di una prima bozza del genoma umano nel giugno del 2000 e della versione completa entro il 2003. Al PGU aderirono circa 50 nazioni, 18 delle quali crearono dei programmi nazionali di ricerca. Le linee guida del Progetto prevedevano che tutti i laboratori partecipanti riversassero i dati raccolti nei database pubblici entro 24 ore dalla scoperta.

A differenza del consorzio internazionale, a cui hanno collaborato centinaia di ricercatori ma senza un “capo” riconosciuto, l'immagine della Celera Genomics è inseparabile da quella del suo presidente e fondatore, Craig Venter. Il suo marchio di fabbrica era la velocità, come dimostra perfettamente il nome che scese per battezzare l'azienda, fondata con lo scopo dichiarato di bruciare sul tempo il PGU e commercializzare i risultati delle ricerche. Il budget aziendale della Celera per questo progetto può essere stimato in 300 milioni di dollari.

È chiaro che l'interesse di molte società private per il PGU deriva dalla possibilità di sfruttare economicamente il sequenziamento del DNA, dopo l'ottenimento del brevetto su singoli frammenti. Alcuni dati, ci chiariscono il problema. Dal 1981 al 1995 il numero di brevetti su sequenze di DNA concessi nel mondo è stato di 1175, di cui solo il 17% proprietà di enti pubblici. Poi, i numeri cambiano sensibilmente. Fino all'inizio del 2001 sono stati richiesti oltre 3 milioni di brevetti; la sola Celera Genomics ne ha richiesti nel 1999 ben 6500.

In Italia, il Comitato Nazionale di Bioetica (CNB) ha espresso un parere sulla brevettabilità del genoma umano sottolineando l'importanza di una “equa condivisione fra tutti gli Stati dell'accesso all'applicazione, utilizzazione e sfruttamento dei nuovi risultati conseguiti dalla ricerca sul genoma

umano". I brevetti vengono concessi in base a quattro caratteristiche: (a) L'inventore deve aver identificato una sequenza genetica nuova, (b) deve specificare il ruolo di questa sequenza, (c) deve evidenziare la funzione di questa in natura e (d) deve descriverla in modo che un altro specialista del campo possa utilizzarla per i propri scopi. I prodotti della natura non sono patentabili, e per quanto riguarda il DNA, il brevetto può essere concesso solo su sequenze isolate, purificate o modificate in maniera tale da non esistere in natura. I brevetti consentono di sfruttare le invenzioni senza nascondere i dati, l'utilizzo esclusivo è relativo ai 20 anni successivi alla concessione del brevetto. Questa possibilità di sfruttamento economico ha sicuramente dato un importante impulso per la crescita di questo specifico settore di ricerca, con il coinvolgimento di imponenti capitali da parte di compagnie private. I rischi connessi al rilascio dei brevetti in campo genetico sono, però, evidenti.

La disponibilità della completa sequenza del genoma e la conseguente possibilità di identificare le persone portatrici di alterazioni genetiche potrebbe, infatti, avere delle serie conseguenze. Le compagnie assicuratrici e i datori di lavoro potrebbero utilizzare in modo non etico le informazioni desumibili. Il comportamento etico da osservare è che l'analisi genetica venga fatta solo su esplicita richiesta dell'interessato e i risultati devono essere coperti da privacy. L'8 febbraio 2000 il Presidente Clinton ha firmato un ordine esecutivo che proibisce l'utilizzo dell'informazione genetica nelle procedure che portano all'assunzione al lavoro, alla promozione lavorativa e alla stipulazione di contratti assicurativi.

Il CNB italiano ha espresso il seguente parere sul Progetto Genoma Umano. Il CNB sottolinea che il Progetto Genoma Umano è un'impresa scientifica di grandi dimensioni e rilevanza, che pur non comportando delle nuove problematiche ha riportato alla luce dei problemi etici preesistenti al PGU, amplificandoli e concentrandoli. Il CNB raccomanda di adoperarsi affinché le nuove scoperte scientifiche in questo ambito, che hanno un'importanza fondamentale nell'avanzamento della conoscenza, non portino a descrivere l'uomo solo in base ad una visione meramente scientifica, e soprattutto non siano un mezzo di discriminazione. Propone come metodica di condotta la continua riflessione etica, anche durante la progettazione della ricerca, rimettendosi in questo caso all'etica professionale del ricercatore, da attuarsi anche facendo delle indagini sull'impatto sociale e giuridico delle nuove scoperte. Inoltre raccomanda come utile strumento per ovviare alle distorsioni delle notizie scientifiche e all'uso improprio delle conoscenze scientifiche, l'informazione del pubblico. Infine, il CNB ritiene di fondamentale importanza la gestione riservata dei dati personali derivanti dall'analisi genetica, in particolare per l'uso improprio che ne potrebbe derivare sia per l'assunzione ai fini lavorativi, sia

nella stipulazione di contratti assicurativi, sia nei tentativi di modificazione dell'assetto genetico di alcune popolazioni (eugenetica positiva e negativa).

Conclusioni

La ricerca scientifica e gli avanzamenti tecnologici hanno contribuito a creare nuove prospettive di benessere e hanno avuto conseguenze importanti per la società. Col tempo, però, questo “progresso” ha posto interrogativi complessi e cruciali sia sul rapporto tra la ricerca scientifica e l'etica sia sull'etica della stessa attività di ricerca, alimentando un ampio dibattito in cui si confrontano opinioni di natura differente.

Quale è il rapporto tra osservazione e manipolazione in campo scientifico? Quale bilanciamento esiste tra la libertà di ricerca e altre libertà e diritti, quali, ad esempio, la sicurezza pubblica, i diritti di proprietà intellettuale e soprattutto la dignità umana? A tutto questo si aggiunge il dibattito sull'uso che viene fatto delle scoperte scientifiche. Si pensi, ad esempio, all'identificazione del profilo genetico di un individuo: è sicuramente un qualcosa di positivo a fini diagnostici e terapeutici, ma il suo uso è giudicato negativo nella fase di selezione di una persona per una determinata attività lavorativa ed è molto discusso per la criminologia e per la prevenzione del crimine.

Un passo importante è rappresentato dall'adozione, nel 2005, della Carta Europea dei Ricercatori - documento che enuncia un insieme di principi e prescrizioni generali sul ruolo, sulle responsabilità e sui diritti dei ricercatori e dei soggetti che li assumono e/o li finanziano - dove tra i “*principi generali e requisiti applicabili ai ricercatori*” sono espressamente contemplati: “*la libertà di ricerca, i principi etici, la responsabilità professionale e la diffusione e valorizzazione dei risultati*”. I ricercatori, inoltre, sono esplicitamente invitati “*ad aderire alle pratiche etiche riconosciute e ai principi etici fondamentali applicabili nella o nelle loro discipline nonché alle norme etiche stabilite dai vari codici nazionali, settoriali o istituzionali*”.

In questo lavoro, abbiamo visto che con la prima guerra mondiale si produce la perdita dell'illusione di una scienza sempre e comunque costruttrice di civiltà, uno shock che possiamo evocare con le parole di Quasimodo: scienza «persuasa allo sterminio». Dopo il bombardamento atomico su Hiroshima e Nagasaki nella seconda guerra mondiale, Oppenheimer giunge a formulare il dubbio fino a qual momento impensabile per un uomo di scienze: “è ancora un bene conoscere?”.

La scienza odierna ha superato la convinzione di una propria strutturale intangibilità, garantita dalla sua “neutralità”, e ha assunto consapevolezza che, nell'intreccio che la connette ormai alla società, è vincolata a un rinnovato impegno etico “pubblico”, di cui trasparenza di relazioni, di pro-

cedure e risultati sono parte integrante. L'ineludibilità dell'obbligo di abitare "lo spazio pubblico" è solo uno degli oneri a cui lo scienziato non può più sottrarsi.

Quale etica, dunque, per la scienza? Non si tratta certo di voler porre limiti esterni alla scienza e pretendere di contestarne il suo sviluppo, ma di risvegliare la consapevolezza critica dei presupposti da cui muove la stessa ricerca scientifica. L'individuazione di una essenziale componente "etico-politica" all'interno della stessa presunta oggettività scientifica si presenta in tal modo come un momento di quella coscienza "etica" all'interno della stessa pratica scientifica.

Del resto, sempre più, Scienza e Tecnica (la cosiddetta tecnoscienza) vanno oggi a braccetto e si può dire che non ci sia praticamente speculazione scientifica più astratta che non possa in breve tempo vedere una sua applicazione e, dall'altra parte, non c'è ricerca tecnologica e applicativa avanzata che possa proseguire efficacemente senza solide basi scientifiche. La riduzione, fino all'eliminazione, della distanza tra Scienza e Tecnica ha portato i problemi etici in pieno campo scientifico. Di questo bisogna prendere atto, insieme al fatto che un ritorno al "passato" non è riproponibile.

La chimica e le altre

Luigi Campanella

Dipartimento di Chimica, Università di Roma “La Sapienza”,
Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia.
E-mail: luigi.campanella@uniroma1.it

Quante dimostrazioni di convinta adesione al ruolo primario della chimica nel rapporto con le altre discipline! La chimica credo possa essere considerata la disciplina con maggiori contatti con le altre scienze. Il mondo materiale definito dalla chimica si colloca praticamente come un giusto momento di intersezione tra il mondo biologico e il mondo fisico. Il rapporto della chimica con le altre discipline è dunque uno degli elementi che storicamente hanno più inciso nello sviluppo del pensiero e che attualmente sicuramente è alla base dello sviluppo di numerosi programmi e soprattutto di campi nuovi che si aprono nella chimica.

La chimica, rispetto ad altre discipline, ha il vantaggio di essere in condizione particolarmente favorevole per la sua vicinanza a molti dei temi che affliggono la società attuali. Se però essa non sa cogliere la situazione favorevole è più colpevole. Quindi l'analisi della storia e dello sviluppo del pensiero chimico non deve mai scollegarsi dallo sviluppo scientifico moderno nel suo complesso e quindi dai rapporti con le altre discipline.

Per quanto riguarda le Scienze nel senso tradizionale di questo termine alcuni temi le hanno obbligate ad allearsi per la soluzione di problemi epocali e planetari, quali la protezione dell'ambiente e dei Beni Culturali, la qualità degli alimenti, il controllo della salute. La chimica sta contribuendo in modo determinante alla loro soluzione ma al tempo stesso con il suo metodo ha indirizzato verso un coinvolgimento delle altre discipline, in quanto solo dall'integrale di esse possono venire analisi e proposte veramente significative. Così i metodi chimici di indagine si sono integrati con quelli fisici, l'analisi chimica con quella biologica. Aria, acqua, suolo sono stati considerati comparti strettamente correlati e non strumentalmente parcellizzati ai fini di una vigilanza strettamente monodisciplinare; i modelli chimici hanno coinvolto la matematica e l'informatica, il monitoraggio strutturale ha obbligato chimici, ingegneri, architetti a lavorare insieme.

Passando all'economia ed alla storia in una fase come questa in cui i processi complessi richiedono la individuazione di parametri indicatori capaci di segnalare le linee di tendenza, proprio la chimica è considerata uno degli indicatori più credibili sullo stato dell'economia di un paese, nel senso

che si è dimostrato che negli ultimi duecento anni, la vitalità di questo settore è stata proporzionale allo stato di benessere dell'economia del paese a cui si riferisce.

Ma se è vero che la chimica è l'indicatore economico attendibile, questo non la può rendere disgiunta da un'analisi storica di quello che è stato lo sviluppo del pensiero chimico e soprattutto di quelle che sono state le linee di tendenza che – progressivamente nel tempo – si sono affermate all'interno della ricerca e delle attività chimiche.

Quando si pensa alla chimica la riflessione storica e quella scientifica non possono essere disgiunte con il fine primario che l'analisi storica del pensiero chimico e la prospettiva di razionalizzazione di questa analisi storica si inseriscano utilmente ed organicamente nelle analisi che riguardano la chimica moderna, i problemi e i programmi di carattere economico-scientifico e il ruolo della chimica nel rapporto con le altre scienze.

La chimica ha però un altro merito nel rapporto con le altre discipline: quello di contribuire significativamente a sanare una strumentale disarticolazione culturale fra scienza ed umanesimo imposta da logiche di presunta prevalenza con motivazioni sia accademiche che politiche. Non a caso gli elementi chimici tasselli del mosaico "molecola" sono stati paragonati ai colori ed alle note, rispettivamente tessere componenti di pitture e di spartiti musicali: la qualità dei prodotti realizzati fra le infinite possibilità di combinazione è affidata alla creatività degli autori, e questo vale ugualmente per il chimico, il pittore, il musicista: arte e scienza. Nel campo dei Beni Culturali questa simbiosi si è concretizzata: la loro conoscenza, protezione, conservazione, non può prescindere da un'integrazione fra le "cosiddette due culture", che invece devono essere unificate.

La percezione della chimica nella società e il ruolo della comunicazione, oggi

Valentina Domenici

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa,
via Moruzzi 13, 56124 Pisa.
E-mail: valentina.domenici@unipi.it

Esiste un termine che rende molto bene quale sia l'immagine della Chimica nel pubblico generico secondo la maggior parte dei chimici: "chemofobia". Questa parola ha letteralmente il significato di "*avversione irrazionale o pregiudizio nei confronti della Chimica e di tutto ciò che può definirsi chimico*" [1]. In generale, la chemofobia si riferisce ad un atteggiamento di sospetto, di critica o, addirittura, di vera e propria paura verso l'utilizzo di sostanze chimiche fatte dall'uomo (ovvero sostanze artificiali). Secondo il chimico e filosofo della chimica, Pierre Laslo, la chemofobia è un atteggiamento che in parte si fonda su istinti irrazionali e in parte trova sostegno in alcuni eventi storicamente rilevanti, principalmente disastri ambientali che hanno coinvolto industrie chimiche [2]. Ma queste sono solo alcune delle ragioni alla base della chemofobia.

L'avversione, prevalentemente emotiva, nei confronti della Chimica, purtroppo, si associa ad alcuni misconcetti, ovvero concetti sbagliati, che non hanno alcun fondamento scientifico, e che vanno a sostituire i concetti scientificamente validi. Un classico esempio di misconcetto riguarda l'associazione tra "chimico" e artificiale, tossico, nocivo, adulterato, in netta contrapposizione con "naturale", che nell'immaginario comune ha prevalentemente accezioni positive e rassicuranti [3]. Il problema di questo atteggiamento diffuso, come evidenziato da Michelle Francl, è che non riguarda solo i singoli, ma coinvolge la Società nella sua interezza [4], portando a decisioni, anche politiche, che possono avere effetti a lungo andare molto negativi. Basti pensare alla campagna a favore dell'omeopatia in contrapposizione all'uso dei farmaci convenzionali, o alla recente campagna contro i vaccini, sostenuta anche da alcuni partiti politici in Italia, che ha portato ad un aumento dell'incidenza di alcune malattie e alla ricomparsa di malattie considerate ormai debellate.

Una conseguenza dell'atteggiamento chemofobico è stata l'adozione, principalmente a scopo di marketing, da parte di alcune aziende operanti nel settore alimentare, della dicitura "chemical-free", o "zero chimica" o "senza sostanze chimiche" [5]. Queste affermazioni sono chiaramente prive di sen-

so, ma sono introdotte volutamente per far leva sull'atteggiamento diffuso di chemofobia e favorire così la vendita dei prodotti. Il settore alimentare, come molti potranno facilmente verificare, è quello che registra attualmente il maggior numero di esempi di "uso commerciale" dell'atteggiamento chemofobico [6].

Per contrastare la chemofobia, molti chimici in giro per il mondo si sono impegnati, sia a livello personale che come associazioni, istituzioni o società chimiche, operando su due fronti: l'educazione e l'insegnamento della Chimica (rivolte ai giovani) e la divulgazione e la comunicazione (rivolte al grande pubblico di non addetti ai lavori). Come evidenziato da Smith *et al.* [7], la maggior parte degli sforzi dei chimici per contrastare la chemofobia sono centrati sui giovani, e si basano sul coinvolgimento degli studenti in attività hands-on o come spettatori di conferenze volte a far capire che la Chimica è alla base della vita di tutti i giorni. Molto più rari sono i progetti dedicati agli adulti, che, come evidenziato in questo report [7], richiedono approcci diversi e più articolati. Le strategie di comunicazione rivolte agli adulti, e al pubblico generico, infatti, necessitano un impegno maggiore e competenze specifiche, e soprattutto una conoscenza dettagliata di cosa realmente il pubblico pensa della Chimica, come messo in evidenza dalla ricerca voluta dalla Società Chimica Inglese (Royal Society of Chemistry) culminata con la pubblicazione di un dettagliato report sulla percezione della Chimica in Inghilterra [8].

La percezione della Chimica.

Nell'ottobre 2014, la Royal Society of Chemistry (RSC) ha commissionato una ricerca su cosa pensano gli inglesi della Chimica, dei Chimici e di tutto ciò che è definibile "chimico". Questa ricerca, affidata ad una agenzia di comunicazione, la TNS BMRB, aveva come primo obiettivo riuscire ad avere un quadro il più possibile completo e dettagliato dell'immagine della Chimica in Inghilterra, e come secondo obiettivo, sviluppare, sulla base dei risultati della ricerca, una strategia comunicativa che potesse essere di aiuto agli stessi chimici impegnati in prima persona [9]. Lo studio ha visto varie fasi: una fase preliminare, basata su interviste telefoniche e sulla compilazione di questionari on line (a cui hanno partecipato 575 inglesi), una fase successiva su gruppi molto più ristretti (8-12) sotto forma di workshop e una fase di raccolta dati più capillare, che ha visto oltre 2000 interviste faccia a faccia, seguite da un'ultima fase, in cui ad essere intervistati sono stati i membri della RSC (circa 450). Dopo otto mesi di raccolta di informazioni e analisi dei dati né è uscito un quadro molto interessante. Si tratta probabilmente del primo e unico caso di studio così sistematico, commissionato da una società nazionale che raccoglie chimici, accademici e non. Tuttavia, non è un caso che lo studio sia stato promosso

proprio dalla RSC, che è una delle società chimiche nazionali che ha maggiormente puntato sulla comunicazione, basti pensare al sito web, ai blog, alla presenza di RSC sui social network, rispetto alle altre società chimiche. Lo studio è stato presentato pubblicamente lo scorso giugno 2015 [9] ed ha messo in luce risultati, per certi versi, inaspettati.

Uno dei risultati più interessanti è stata la netta discrepanza tra ciò che i chimici pensano “che il pubblico generico pensi della Chimica” e ciò che realmente il pubblico pensa!

In generale, come rappresentato schematicamente in Figura 1, il pubblico ha un'immagine molto più positiva di quanto i chimici non pensino. In particolare, la maggior parte degli inglesi ritengono che la Chimica porti a benefici piuttosto che a danni nella Società (59%), ritengono che la Chimica contribuisca alla vita di tutti i giorni (55%), credono che la Chimica contribuisca al benessere e allo sviluppo di un paese, anche in termini economici (72%).

People are positive about chemistry's contribution to society

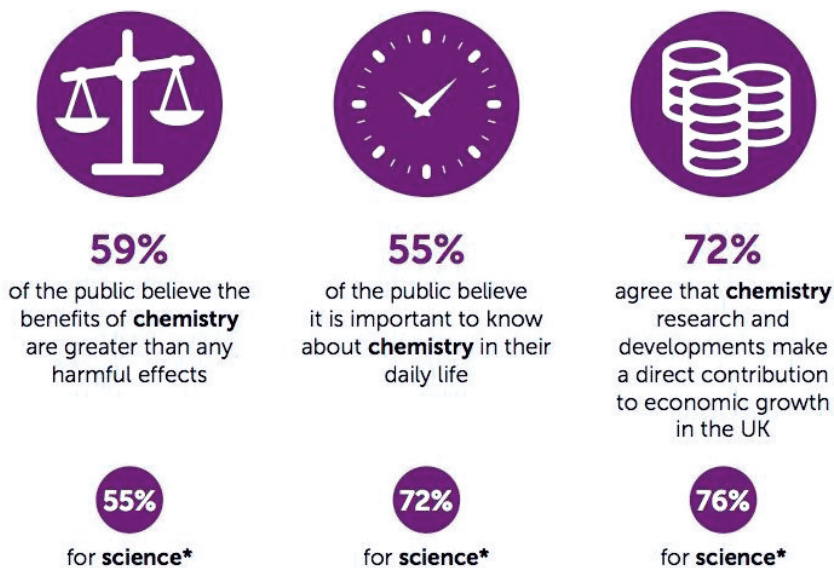


Figure 1: Uno dei pannelli presentati nello studio [8,9] sull'attitudine degli inglesi nei confronti della Chimica e sulla percezione del contributo della Chimica alla Società

Nella maggior parte degli intervistati c'è la consapevolezza del ruolo dei chimici nella Società e la considerazione nei loro confronti è di rispetto e in molti casi di stima. Tuttavia, l'immagine della Chimica rimane fortemente ancorata ai ricordi scolastici e all'esperienza che le persone hanno avuto con la Chimica, intesa come “materia di insegnamento”, e da quanto evidenziato dallo studio inglese, i ricordi scolastici non sono entusiasmanti.

Quello che appare evidente [8,9] è che manca nel pubblico inglese un coinvolgimento emotivo con la Chimica, e di conseguenza anche l'interesse per la Chimica è relativamente basso, come mostrato in Figura 2. Infatti, il 43% degli inglesi dichiara di non essere interessato alla Chimica, il 42% si dichiara indifferente, e soltanto il 13% di essere molto interessato alla Chimica.

L'atteggiamento prevalente degli inglesi nei confronti della Chimica è di neutralità (51%), che significa anche indifferenza. La mancanza di coinvolgimento emotivo è da associarsi principalmente alla sensazione diffusa tra gli inglesi che la Chimica è una materia ostica, difficile e arida. Molti inglesi (il 58% delle donne e il 45% degli uomini) dichiarano di provare un senso di inferiorità quando l'argomento di discussione riguarda la Chimica.

Public perceptions of chemistry are more positive than chemists expected

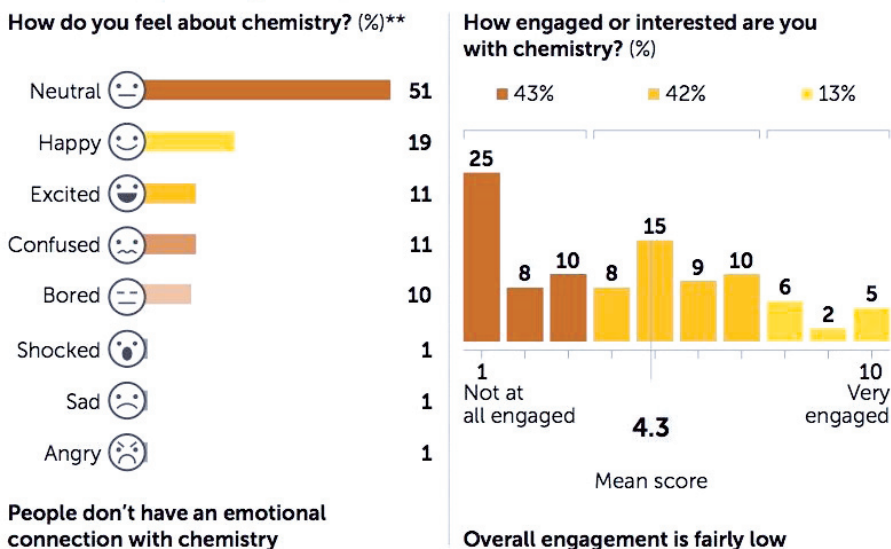


Figure 2: Uno dei pannelli presentati nello studio [8,9] sul coinvolgimento emotivo degli inglesi nei confronti della Chimica e sul loro interesse/disinteresse per questa disciplina

A partire da questo studio, la RSC ha pubblicato contestualmente delle linee guida [10] che dovrebbero aiutare i chimici a comunicare meglio e in modo più efficace cercando di lavorare su tre aspetti: - coinvolgere di più il pubblico, attraverso un modo di comunicare più interattivo che favorisca lo scambio con il pubblico, superando così l'inibizione nei confronti della Chimica; - lavorare sulla sfera emotiva per superare questa mancanza di affezione, ad esempio raccontando la passione del "fare chimica"; - sfruttare meglio le potenzialità delle nuove forme di comunicazione, dai social network ai blog.

Quale è la situazione italiana?

In Italia non esiste uno studio analogo a quello condotto dalla RSC, ma esistono alcune ricerche condotte su alcuni tipi di pubblico particolare. Nel 2006, ho condotto personalmente una ricerca di comunicazione della Chimica nel contesto museale, [11-13] ovvero focalizzando l'attenzione sui musei scientifici e sui musei di chimica. Intervistando gli operatori museali, i responsabili delle collezioni e dei musei, e analizzando i dati caratterizzanti i musei stessi, l'immagine della Chimica che ne era emersa non era molto positiva, e confermava la visione diffusa tra i chimici, ovvero di una sostanziale avversione nei confronti della Chimica, in altre parole, sosteneva in pieno la tesi della chemofobia. Lo studio aveva tuttavia un altro scopo, ovvero, evidenziare le potenzialità e il ruolo dei musei di chimica per migliorare il rapporto tra pubblico e Chimica [11]. Più recentemente, in parallelo con lo studio della RSC, abbiamo avviato una ricerca sulla percezione della Chimica tra i giovani italiani [14,15]. Un questionario online è stato ideato e distribuito attraverso i social network proprio per andare a captare la fetta di popolazione tra i 18 e i 40 anni, ottenendo una diffusione molto buona con oltre 700 persone hanno completato il questionario. Di questi, 431 sono persone che non hanno fatto, o non stavano facendo al momento del questionario, studi di Chimica, ed è su questo campione di giovani italiani, non chimici, che è stata fatta una analisi dettagliata dei dati. Questo campione non è rappresentativo della popolazione italiana in generale, ma offre una buona immagine delle giovani generazioni in Italia. Dall'analisi delle risposte ai test, è emersa un'immagine della Chimica prevalentemente associata ai ricordi scolastici. Come dallo studio inglese, la percezione e soprattutto l'atteggiamento nei confronti della Chimica dipende molto dall'esperienza avuta a scuola. E' evidente quindi che per migliorare la percezione e la conoscenza della chimica nel pubblico, è essenziale un miglioramento dell'insegnamento della Chimica. Molti tra gli intervistati ritengono infatti che l'insegnamento della Chimica è lontano dai progressi della chimica e dal ruolo di questa scienza sulla vita di tutti i giorni. Questo

risultato è in linea con la poca confidenza nel parlare di argomenti di chimica (48%), dato molto simile a quello rilevato nello studio inglese. Questo sentimento di inferiorità può giustificare la mancanza di coinvolgimento emotivo, osservata anche dalle risposte aperte presenti nel questionario, e può essere dovuto sia a una mancata consapevolezza delle vaste applicazioni della chimica sia a un livello di studio della materia inadeguato. In generale le competenze lacunose mostrate dal campione dei giovani italiani hanno confermato l'auto percezione degli intervistati circa una loro scarsa preparazione in chimica: solo il 16% ritiene che le proprie conoscenze della materia siano approfondite.

Anche se una parte della popolazione del campione italiano, pari la 24%, ha un sentimento di neutralità verso la chimica, la maggioranza, ovvero il 53%, ha un approccio positivo, in contrasto con la condizione di neutralità (51%) riportata in Regno Unito dallo studio della *Royal Society of Chemistry*. Questo dato mostra che persone con un livello di educazione più elevato, come quelle coinvolte nella ricerca italiana [14,15], sono più interessate a materie scientifiche, come la chimica, e che l'istruzione è la chiave per vincere i misconcetti e i preconcetti che segnano la percezione che le persone hanno della chimica.

Anche dallo studio condotto sul campione di giovani italiani, buona parte (68%) riconosce l'importanza della chimica nella vita di tutti i giorni ed esprime un giudizio mediamente positivo circa i prodotti chimici. I misconcetti che sono associati alla chemofobia non sembrano così diffusi. L'89% del campione ritiene che tutto ciò che ci circonda è costituito da sostanze chimiche, il 69% era d'accordo che tutto, inclusi acqua e ossigeno, può essere tossico a seconda della dose e il 92% non era d'accordo con l'affermazione "tutte le sostanze chimiche sono prodotte dall'uomo".

Semberebbe, quindi, che il problema maggiore della percezione della Chimica sia legato all'aspetto emotivo e alla mancanza di "engagement", esattamente come evidenziato nello studio inglese.

Comunicare la Chimica

A partire da questi recenti studi sulla percezione della Chimica nel pubblico, sembra che, insieme all'insegnamento, la comunicazione sia uno dei punti cruciali, su cui i chimici dovrebbero dedicarsi con maggiore impegno. Non a caso, proprio la RSC, che ha investito molto sullo studio della percezione della Chimica nella popolazione inglese, si è impegnata da subito a fornire ai suoi affiliati chimici una sorta di "kit" per la buona comunicazione della Chimica!

Ma quale è la situazione generale della comunicazione della Chimica?

La Chimica non è tra le discipline più presenti sui mezzi di comunicazione, dominati oggi dalle scienze della vita e dall'astronomia, che

ha da sempre riscosso le maggiori simpatie da parte del pubblico. Tuttavia, nel caso della Chimica, si assiste ad una sorta di “boicottaggio” che porta o a nascondere il lato “chimico” dei fenomeni all’attenzione dell’opinione pubblica o ad evidenziarne solo gli aspetti negativi e nefasti. Per rendersene conto basta fare delle semplici ricerche sul web. Se cerchiamo quanti articoli pubblicati dalle maggiori testate giornalistiche (Repubblica, Corriere della Sera, ...) parlano di Chimica ci accorgiamo che sono pochissimi, rispetto a quelli, ad esempio, che parlano di Fisica o di Medicina. E se entriamo nel merito dei contenuti, gli articoli che parlano di Chimica, spesso non contribuiscono a darne un’immagine positiva. Lo stesso dicasi per le immagini vere e proprie, che, come sappiamo, sono un mezzo di comunicazione molto potente. Cercando, ad esempio, immagini legate alla parola “chimico”, o “chemical”, sul portale pubblico “wikicommons”, che raccoglie foto e immagini condivise e prive di copyright, veniamo letteralmente sommersi da fotografie di militari durante operazioni di bonifica su siti industriali o interessati al reperimento di armi chimiche (Figura 3).



Figure 3. La nave container MV Cape Ray (T-AKR 9679) partita dalla stazione navale di Rota, Spagna, il 25 giugno 2014, e inviata nel Mar Mediterraneo per il recupero delle armi chimiche siriane. Fotografia scattata dal militare americano Morgan Over, e pubblicata sul portale pubblico Wikicommons. Questa è una delle prime immagini che compaiono se cerchiamo la parola “chemical”

Nell'editoria le cose non vanno meglio. Vari scrittori hanno sperimentato in prima persona quanto la parola "chimica" sia poco amata dagli editori. E' esemplare la testimonianza della giornalista scientifica Deborah Blum che nel proporre il sottotitolo del suo celebre "Poisoner's Handbook" uscito nel 2010, libro che racconta l'evoluzione della scienza forense, in originale "*A true story of Chemistry, Murder and Jazz Age New York*", se lo vide rimaneggiare in "*Murder and the Birth of Forensic Medicine in Jazz Age New York*". La giustificazione dell'editore con l'autrice fu che la parola "chimica" avrebbe abbassato le vendite.

Che la chemofobia sia realmente diffusa oppure no, come dimostrerebbero i recenti studi sulla percezione della Chimica, a quanto pare giornalisti ed editori (non tutti per fortuna!) sembrano darla per scontata, e con questo "pregiudizio" condannano pesantemente la nostra disciplina. Allora non rimane che rimboccarsi le maniche, e cominciare a dedicarsi alla comunicazione della Chimica! Qualcuno avrà da obiettare che per comunicare ci vogliono dei veri comunicatori, come i giornalisti scientifici, tuttavia, anche i chimici possono, anzi, devono comunicare. Ci sono, del resto, molti esempi tra gli scienziati, compresi i chimici, di ottimi comunicatori.

Scrivono Tim Radford, editorialista del *The Guardian* "*of course, scientists can communicate!* [16]" Secondo Radford, infatti, gli scienziati hanno dalla loro alcuni vantaggi: la chiarezza dei concetti, la capacità di osservazione e la conoscenza. Lo sapevano bene alcuni grandi scienziati dell'Ottocento come Humphry Davy e Michael Faraday, che oltre ad essere scienziati di prima grandezza, furono grandi comunicatori. Furono loro tra i primi a dedicarsi alla divulgazione delle scienze rivolta al pubblico di non addetti ai lavori, durante celebri spettacoli e conferenze in piazza. In quel periodo, erano molto apprezzate e diffuse le dimostrazioni scientifiche (Figura 4).

Questo tipo di divulgazione spettacolare della scienza, come sottolineato anche da Pierre Laslo [2], ebbe una fase di arresto nella seconda metà dell'Ottocento in corrispondenza della nascita della letteratura scientifica, ovvero dei primi giornali specialistici. Il linguaggio molto tecnico e le modalità di scrittura degli articoli scientifici, secondo schemi molto formali e rigidi, hanno fatto sì che la comunità degli scienziati si chiudesse in un mondo in cui solo loro potevano capirsi, escludendo il resto delle persone dalla conoscenza. Questo ha avuto effetti particolarmente negativi sulla diffusione della Chimica [13]. Oggi, il fatto che la letteratura scientifica sia l'unica riconosciuta ai fini della carriera dei ricercatori spiega perché siano ancora pochi coloro che si dedicano alla comunicazione e alla divulgazione della scienza, nonostante ci siano indicazioni, anche politiche, che sollecitano la comunità degli scienziati verso questa direzione [17].

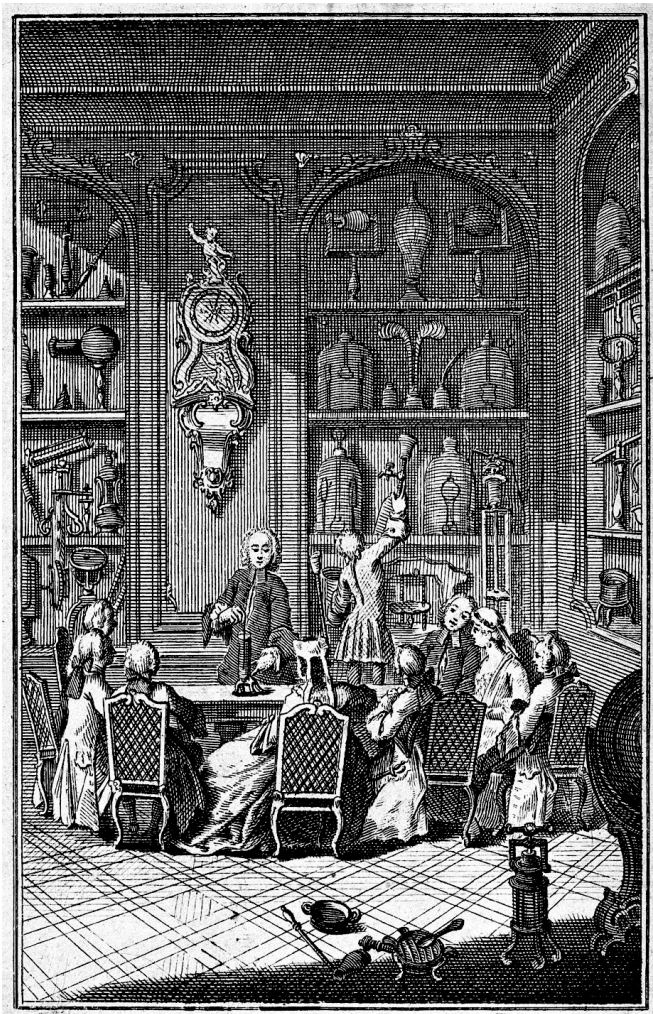


Figure 4. Esempio di attività di divulgazione e intrattenimento da parte di uno scienziato nel 18° Secolo, di fronte ad un pubblico di non addetti ai lavori. La riproduzione, condivisa sul portale pubblico wikicommons, riporta la seguente didascalia “A man demonstrating chemical experiments to a party of ladies and gentlemen.” Engraving, Iconographic Collections

Come ben sottolineato da Hartings e Fahy [18], la comunicazione rivolta al grande pubblico deve diventare centrale nel lavoro dei chimici, non solo per diffondere la conoscenza della Chimica, ma soprattutto per coinvolgere il pubblico nel loro lavoro. Il coinvolgimento, che come visto in precedenza, deve essere anche un coinvolgimento emotivo, è fondamentale nella Società di oggi dove il contesto in cui si svolge la comunicazione è un contesto “sociale, pluralistico e partecipato” [18].

Queste caratteristiche comportano un vero e proprio ripensamento del modo di comunicare la Chimica. Non basta più parlare di Chimica con un approccio “trasmissivo”, per usare un termine legato all’ambito educativo, ma occorre interagire con il pubblico, attivando uno scambio costruttivo e dinamico. Secondo le teorie della comunicazione, il modello usato dalla maggior parte degli scienziati, ovvero il “deficit model”, è ormai inefficace, e deve essere sostituito dai modelli dialogici e di “public engagement”, ovvero di coinvolgimento del pubblico, che partecipa sempre più attivamente alle decisioni, anche in ambito scientifico. Ci sono ostacoli da superare, ma la Chimica ha grandi opportunità e potenzialità.

Abbiamo già parlato abbondantemente in questo articolo degli ostacoli da superare, come la chemofobia e le problematiche legate all’insegnamento della Chimica. Sofferamoci quindi sulle potenzialità. Tra queste, la trasversalità e il carattere intimamente complesso della scienza chimica fanno sì che si possa parlare di Chimica in moltissimi contesti e per spiegare una moltitudine di fenomeni noti a tutti. A questo proposito, molti progetti di comunicazione della Chimica di discreto successo sono stati sviluppati nell’anno internazionale della Chimica, il 2011 [19]. Un esempio è il progetto della Commissione Europea “*Chemistry is around us*” articolato su sei aree tematiche che bene evidenziano le potenzialità della chimica: la chimica nella vita di ogni giorno; la chimica presente nelle nostre case; materiali ottenuti attraverso processi chimici impiegati per usi speciali; la chimica utilizzata per il miglioramento dell’ambiente (Figura 5); la chimica



Figura 5. Esempio di immagine che evoca un legame positivo tra la Chimica e l’Ambiente, condivisa sul portale wikicommons da parte di un autore sconosciuto. L’immagine riporta la seguente didascalia: “Chemical compounds are everywhere, majority people scare of chemical compounds due to hazards! However, there are always a chance to proof that nature is chemistry.”

impiegata per costruire e preservare la bellezza artistica; la chimica come elemento narrativo nella moderna *science fiction*. Le sfide legate alla sostenibilità ambientale, lo sviluppo di materiali intelligenti e delle macchine molecolari per catturare l'energia solare, sono solo alcune delle grandi opportunità della Chimica per tornare nuovamente al centro dell'interesse del pubblico nel prossimo futuro [19].

Se poi guardiamo da vicino la scienza chimica, possiamo scoprire altre potenzialità. Tra queste ce n'è una che riguarda uno degli aspetti caratterizzanti la Chimica, ovvero la presenza massiccia delle rappresentazioni. Secondo alcuni, le rappresentazioni degli atomi e delle molecole, come ad esempio le formule di struttura, sono un ostacolo cognitivo, un elemento di difficoltà nell'apprendimento della Chimica. Philip Ball [20] nel suo interessante articolo "*beyond the bond*", sostiene che uno dei concetti fondamentali della chimica, il concetto di legame, non è altro che una "finzione", perché nessuno è mai riuscito a vederlo. Tuttavia, nel tentativo di spiegarne il significato, i chimici hanno sviluppato tante teorie quante sono state le rappresentazioni e i modelli grafici ideati per meglio visualizzare il concetto di legame. E proprio queste rappresentazioni, o meglio le visualizzazioni delle molecole, potrebbero essere utilizzate come mezzo efficace per avvicinare le persone alla Chimica, trasformando un ostacolo cognitivo in un elemento positivo.

Il fascino delle strutture molecolari, rappresentabili grazie ai mezzi grafici oggi disponibili, è innegabile (Figura 6).

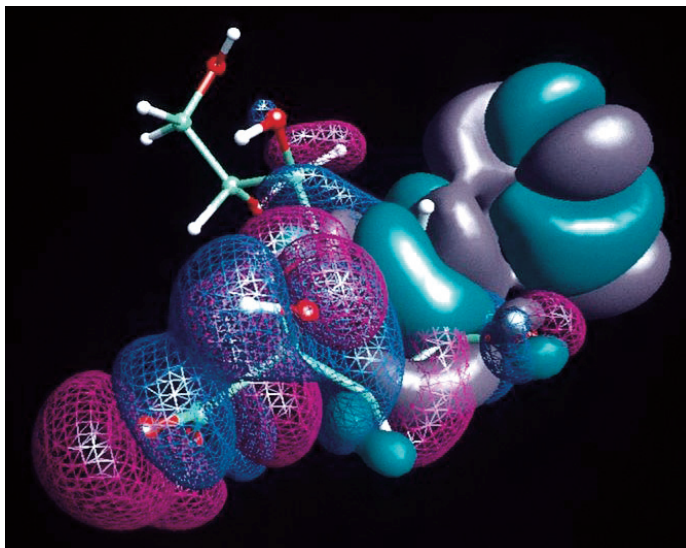


Figura 6. Esempio di modello molecolare di un composto chimico, come esempio di visualizzazione molecolare. L'immagine è disponibile sul portale pubblico wikicommons e riferita al sito web: <http://www.scienceimage.csiro.au/image/2467>

La realtà virtuale ci permette addirittura di “entrare” nelle molecole e di esplorarne le geometrie per comprendere meglio le proprietà e i meccanismi alla base delle reazioni chimiche. Questo aspetto, non immaginabile alcuni decenni fa, è una grande potenzialità.

I chimici, come scrive Ball [20], si sono trovati coinvolti in grandi discussioni e talvolta in aspri contrasti su quale teoria e quali modelli utilizzare per meglio descrivere i concetti chimici, come quello del legame. Ma, come scrive Roald Hoffmann, la preferenza di un modello al posto di un altro può seguire ragioni puramente estetiche, può dipendere da fattori come la semplicità o l'utilità per raccontare (e divulgare) un fenomeno. E aggiunge: “Ogni definizione rigorosa del legame chimico finisce per impoverirne il significato! Divertitevi con la ricchezza delle idee!” [18] Seguendo il suggerimento di Hoffmann, nel caso riportato delle rappresentazioni molecolari come di altri concetti chiave della Chimica, i chimici potrebbero partire proprio da ciò che sta nel cuore della disciplina per parlare, con passione, del loro mestiere e del fascino della Chimica.

Per concludere, comunicare la Chimica è una grande scommessa per il futuro: “*challenging and complex*” [18]. Non esiste una formula che possa garantire il successo, ma ci sono buoni presupposti da cui partire e buone pratiche da seguire.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Chemophobia>
- [2] P. Laszlo. *Intern. J. Phyl. Chem.*, 2006, 12, 99
- [3] R. Hoffmann, “*La chimica allo specchio*”, traduzione italiana di L. Sosio, Longanesi & C. Edizioni, Milano 2005
- [4] M. Francl, *Nature Chemistry*, 2013, 5, 439
- [5] <http://articles.latimes.com/2012/jan/22/opinion/la-oe-blum-chemicals-20120122>
- [6] G. Gribble, *Food Chem.*, 2013, 5, 177
- [7] R. B. Smith, N. G. Karousos, E. Cowham, J. Davis, S. Billington, *J. Chem. Edu.*, 2008, 85, 379
- [8] Public attitude to Chemistry Technical report June 2015, Royal Society of Chemistry, 2015
<http://www.rsc.org/campaigning-outreach/campaigning/public-attitudes-chemistry/>
- [9] <https://www.youtube.com/watch?v=J-MCFMJFIew>
- [10] Public attitude to Chemistry Communication toolkit 2015, Royal Society of Chemistry, 2015
<http://www.rsc.org/campaigning-outreach/campaigning/public-attitudes-chemistry/>

- [11] V. Domenici, “L’immagine della Chimica e il Ruolo dei Musei della Scienza”, Tesi di Master, SISSA, Trieste 2006
- [12] V. Domenici, *J. Chem. Edu.*, 2008, 85, 1365
- [13] V. Domenici, *La Chimica nella Scuola (CnS)*, 2008, 3, 164
- [14] G. Chiocca, “A study of the perception of Chemistry in young generations and of their chemical/scientific knowledge”, Tesi triennale in Chimica, Università di Pisa 2015
- [15] G. Chiocca, V. Domenici, *La Chimica nella Scuola (CnS)*, 2015, 5, 55
- [16] T. Radford, *Nature*, 2011, 469, 445
- [17] Science in Society Action Plan. European Commission, 2012
- [18] M. R. Hartings, D. Fahy, *Nature Chemistry*, 2011, 3, 674
- [19] Autori vari, “Comunicare la Chimica”. A cura di Massimo Armeni ZADIG ROMA editore, Roma 2012
- [20] P. Ball, *Nature*, 2011, 469, 26

La dualità della chimica e le convenzioni internazionali

Ferruccio Trifirò

Accademia delle Scienze, Via Zamboni 31, 40126 Bologna

Le convenzioni mondiali legate alla chimica come la Montreal per eliminare le sostanze che distruggono l'ozono presente nella stratosfera la Stoccolma per eliminare dal mercato le sostanze POP, la Rotterdam per controllare la vendita di sostanze tossiche essenzialmente pesticidi, la Parigi sulla proibizione delle armi chimiche e la Kyoto sulla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra sono un esempio emblematico della dualità della chimica. Sono i criteri di condotta della IUPAC ed i principi etici delle società chimiche a fare da collante fra queste convenzioni e la società.

Per proteggersi dalle sostanze e dai preparati chimici bisogna conoscerne la pericolosità, che è immediatamente rilevabile, perché accanto ad ogni prodotto chimico pericoloso c'è sempre un'etichetta che costituisce la prima fonte di informazione per la sua manipolazione con sicurezza. In queste etichette viene evidenziato il pericolo intrinseco delle sostanze, che i chimici trasformano giornalmente per produrre tutti i manufatti e gli articoli che tutti i cittadini in ogni parte del mondo usano, pericolo dovuto alla loro tossicità per l'uomo, per gli animali e per l'ambiente. Ma quello che è importante è valutare il rischio che è il prodotto della probabilità che una sostanza chimica possa venire a contatto con l'uomo con gli animali e con l'ambiente con la quantità utilizzata.

La dualità della chimica è dovuta proprio al rischio che le sostanze chimiche tossiche possano venire a contatto con l'uomo, con gli animali e con l'ambiente in grandi quantità per i seguenti motivi: per un **uso criminale** dei prodotti chimici (produzione di armi chimiche, e gestione non corretta dei rifiuti); per un **uso non corretto** dei prodotti chimici dettato da ignoranza; per un **uso non corretto** dei prodotti chimici dettato da interessi economici; per la **messa sul mercato** di prodotti chimici non sicuri per ignoranza o per interessi economici.

Le aree di maggiore rischio per un cattivo uso della chimica sono: la produzione di armi chimiche che possono essere prodotte con le stesse sostanze o con gli stessi impianti con i quali si producono prodotti utili; i prodotti chimici utilizzati per la loro funzione in maniera dispersiva, come esempio i diserbanti, i pesticidi, gli insetticidi che senz'altro durante il loro uso andranno in contatto con l'uomo, gli animali e l'ambiente; il destino dei prodotti chimici a fine vita, presenti nei rifiuti urbani, industriali, ospedalieri non distrutti o non collocati in maniera adeguata: l'uso di processi non otti-

mizzati e non ben controllati; l'impiego di sostanze tossiche e nocive in cicli di produzione con il rilascio volontario o involontario di sostanze nocive nell'ambiente; la messa sul mercato di prodotti non controllati che contengono sostanze tossiche. La difesa contro il rischio chimico si concretizza nelle seguenti azioni:

- 1) rivedere la formazione di base degli operatori chimici con introduzione dello studio dei principi etici per gestire le attività chimiche nella società e delle tecniche di indagine per il riconoscimento delle sostanze tossiche;
- 2) sviluppare a livello nazionale, almeno per gli europei, la normativa REACH per portare sul mercato prodotti più sicuri;
- 3) maggiore controllo della produzione e degli scarichi dei rifiuti presso le industrie, gli ospedali, i centri di raccolta;
- 4) maggior controllo nell'uso dei prodotti chimici soprattutto di quelli che hanno un uso dispersivo come quelli per l'agricoltura;
- 5) massima diffusione dell'informazione sul buon uso della Chimica presso l'opinione pubblica.

Per minimizzare il rischio dei prodotti chimici sono state realizzate delle convenzioni universali e direttive e normative europee. Le convenzioni internazionali nel settore chimico sono quelle più accettate dalle diverse nazioni e sono un esempio dell'accordo universale dei popoli, perché le attività chimiche, condotte in maniera non corretta, realizzate in regioni di un singolo paese, possono avere effetti negativi su tutto il mondo, ma anche sono una chiara rappresentazione della dualità della chimica. Alcune delle legislazioni universali che coinvolgono la chimica sono: il protocollo di Montreal sul bando delle sostanze che alterano lo strato di ozono nella stratosfera; la convenzione di Stoccolma sul bando dei POP (Persistent organic pollutants) che migrano dai paesi più caldi al Polo Nord e al Polo Sud; la convenzione di Parigi sul bando delle armi chimiche; la convenzione di Rotterdam sul PIC (prior informed consent) ossia sull'obbligo di dare informazioni sull'uso sicuro nella vendita di composti tossici, in gran parte pesticidi soprattutto ai paesi in via di sviluppo; il protocollo di Kyoto sul bando dei gas serra (CO_2 , CH_4 etc.) sostituito recentemente dagli accordi della Cop21; il Sistema GHS sulla classificazione, etichettatura e trasporto delle sostanze chimiche. Fra le molteplici legislazioni europee per diminuire il rischio connesso con i prodotti chimici ci sono: le "Seveso", la Direttiva biocidi, il regolamento REACH e diverse altre direttive.

Il protocollo di Montreal

Il protocollo di Montreal (1) per la messa al bando di alcuni gas che distruggono lo strato di ozono presente nella stratosfera, fenomeno e sostanze che lo provocano scoperte da Crutzen, Molina e Rowland che hanno preso il premio Nobel per la chimica nel 1996. Lo strato di ozono si

trova da 10 a 50 km di distanza dalla terra e l'ozono serve nella stratosfera per ridurre le radiazioni UV che se arrivano sulla terra provocano il cancro. Le sostanze che distruggono l'ozono contengono cloro o bromo che formano nella stratosfera radicali che lo distruggono con reazioni a catena (bastano pochi radicali). Il protocollo è entrato in vigore il 1° gennaio 1989, fino ad oggi 197 nazioni, praticamente tutte hanno ratificato la convenzione. L'ex segretario dell'ONU Kofi Annan ebbe a dichiarare in proposito: *Si tratta di un esempio di eccezionale cooperazione internazionale: probabilmente l'accordo tra nazioni più di successo.*

I Gas che distruggono l'ozono sono i CFC (refrigeranti) CFCl_3 , CF_2Cl_2 , $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$, $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$, $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$, gli Halons (gas estinguenti) CF_2BrCl , CF_3Br , $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$, CCl_4 e CCl_3CH_3 solventi per pulire, CH_3Br fumigante usato in agricoltura. Il protocollo ha avuto un gran successo, infatti attualmente il 98% di queste sostanze è stato eliminato dal mercato, nonostante questo successo, a causa delle emissioni del passato lo strato di ozono nelle zone non polari sarà ripristinato ai valori del 1980 solo nel 2030-2040, nelle zone dell'antartico nel 2045 e nell'artico nel 2060. Comunque si calcola che l'eliminazione di questi gas abbia già evitato la morte per cancro a decine di milioni di persone nel mondo.

La dualità della chimica si evidenzia nella presenza di aspetti positivi e negativi delle sostanze coinvolte in questa convenzione. L'ozono è utile nella stratosfera, è utilizzato in campo medico in ortopedia come antinfiammatorio, ma è negativo nella troposfera, infatti deve essere eliminato in quanto reagisce con le sostanze organiche presenti formando sostanze tossiche ed inoltre l'ozono è corrosivo e irritante per le vie respiratorie, per questo è poco utilizzato nelle sintesi chimiche. Inoltre i gas banditi dal loro utilizzo sulla terra perché distruggono lo strato di ozono nella stratosfera, nella troposfera hanno diversi aspetti positivi: sono non tossici, non corrosivi, non infiammabili, stabili quindi sarebbero ideali per gli usi ai quali erano destinati, se non migrassero nella stratosfera dopo il loro uso, a seguito della loro volatilità e stabilità.

La convenzione di Stoccolma

La convenzione di Stoccolma (2) sui Persistent Organic Pollutants (POP), che obbliga di eliminare dal mercato alcune sostanze chimiche in commercio che rimangono nell'ambiente per lungo tempo inalterate, migrano dai paesi caldi ai paesi freddi e si accumulano in questi territori nei tessuti grassi degli uomini ed animali. La convenzione firmata nel 2001 con 187 stati è entrata in forza nel 2004 con 12 sostanze, mentre altre 9 sono state aggiunte nel 2009. Queste sostanze che devono scomparire dalla faccia della terra sono organo-alogenate (pesticidi), bromo-organiche (additivi antifiamma), policlorobifenili (isolanti industriali), diossine e furani (prodotti

ti come emissioni da impianti di combustione) ed è proibita la loro produzione, l'uso e l'immagazzinamento ed è messo sotto controllo anche il trattamento dei rifiuti che li contengono, gli impianti dove si possono formare e le emissioni dai territori inquinati da queste sostanze nel passato. I POP Sono tutte sostanze cancerogene, ma molto utili se usate a bassa concentrazione, limitando le emissioni ed in questo caso potrebbero presentare basso rischio per chi li usa. Il problema è che sono sostanze persistenti, rimangono molti anni nell'ambiente prima di degradarsi, evaporano e si muovono a lunga distanza attraverso l'aria e l'acqua e si concentrano nei territori polari nel grasso degli animali. La dualità della chimica in questa convenzione è evidenziata dal fatto che il DDT una di queste sostanze POP, nel passato ha salvato milioni di vite umane dalla malaria e recentemente il suo uso è stato di nuovo autorizzato nel Mali dove le cavallette avevano distrutti tutti i raccolti ed è ancora usato contro la malaria in Africa. Ma nonostante questi aspetti positivi, il DDT è stata la prima molecola di sintesi ad essere criminalizzata in un famoso libro del 1962 (*La primavera silenziosa*) e recentemente è stato specificamente criminalizzato anche dal presidente dell'UNEP dopo la ratifica della convenzione.

La Convenzione di Rotterdam

La Convenzione di Rotterdam (3) sul "Prior Informed Consent (PIC) procedure in international trade", che obbliga i produttori di alcune sostanze ritenute tossiche ma ancora utili ed insostituibili ad informare i governi dei paesi importatori della loro tossicità e fornire loro tutte le conoscenze utili per un loro uso sicuro La convenzione che opera sotto l'egida congiunta di UNEP e della FAO firmata nel 1998 da 73 paesi e ratificata successivamente da 138 ed è entrata in vigore nel 2004. Queste sostanze sono chiamate sostanze PIC e nella convenzione sono elencati 32 fitofarmaci e 7 prodotti industriali (fra cui l'amianto e il piombo tetraetile) da bandire o da vendere sotto stretto controllo.

Le motivazioni per le quali queste sostanze PIC sono state messe al bando o sotto controllo sono, oltre la loro pericolosità intrinseca, il loro uso dispersivo da parte di non chimici, ossia persone non esperte, per questo possono esser vendute ancora soprattutto ai paesi in via di sviluppo, ma solo con l'obbligo di istruire ad un loro uso a basso rischio.

Queste sostanze PIC sono: molecole persistenti nell'ambiente o composti cancerogeni o probabili cancerogeni per l'uomo o prodotti che si trasformano nell'ambiente in composti più tossici o sono sostanze mutagene o che influenzano il sistema riproduttivo. Il protocollo obbliga i produttori di alcune sostanze ritenute tossiche (presenti nella lista), ma ancora utili ad informare i governi importatori sulla loro tossicità e fornire loro tutte le conoscenze utili per un loro uso sicuro.

La dualità della chimica è evidenziata dal fatto che per esempio i pesticidi usati in maniera rigorosa ed appropriata possono aiutare a proteggere gli alimenti dagli eccessivi danni di malattie di insetti ed quindi giocano un ruolo importante nella loro protezione durante il trasporto su lunghe distanze e nel loro immagazzinamento. Gli aspetti negativi sono che i pesticidi possono fare ammalare i contadini ed i consumatori e provocare a danni all'ambiente, se non si è consci della pericolosità e non si controlla la quantità distribuita e quella che può rimanere negli alimenti e non ci si copra in maniera adeguata durante il loro uso.

La Convenzione sulla proibizione delle armi chimiche

Nel 1993 l'ONU ha promosso una Convenzione per la proibizione delle Armi Chimiche (CWC) (4), e nel 1997 è stata ratificata con la creazione all'Aia dell'OPCW (Organization for Prohibition of Chemical Weapons). La convenzione attualmente è stata ratificata da 192 Paesi, c'è ne sono ancora 6 che non l'hanno ratificata e questi sono: Israele, Egitto, Myanmar, Sudan del Sud, Corea del Nord ed Angola. La convenzione è un accordo fra diversi stati sul divieto di produrre, importare, usare, vendere ad altri paesi ed accumulare armi chimiche.

Un'arma chimica è una sostanza tossica o anche un suo precursore sotto controllo dalla Convenzione e presenti in un speciale elenco elaborato dall'OPCW. In questo elenco ci sono sostanze tossiche che possono essere utilizzate a scopi civili, ma occorre avere l'autorizzazione o informare l'OPCW del loro utilizzo. Il ruolo dell'OPCW è il seguente: controllare la distruzione di tutte le produzioni di armi chimiche e di tutte le armi chimiche immagazzinate o disperse nell'ambiente; tenere sotto controllo la produzione chimica a scopi civili affinché non possa essere trasformata per produrre armi chimiche; tenere sotto controllo lo sviluppo della scienza per essere allertati sulla scoperta di nuove armi chimiche; sensibilizzare la società civile sulla dualità della chimica.

Le sostanze chimiche che devono essere tenute sotto controllo perché potrebbero essere coinvolte nella produzione di armi chimiche sono suddivise in quattro classi :

Classe 1 (composti tossici e loro precursori con nessuna applicazione per scopi pacifici , ma solo a scopi scientifici); Classe 2 (composti tossici e loro precursori con applicazione per usi pacifici in più modeste quantità); Classe 3 (composti tossici e loro precursori con applicazione per usi pacifici in grandi quantità); Prodotti organici distinti (sostanze che non sono utilizzate come reagenti per produrre armi chimiche, ma i loro impianti potrebbero essere utilizzati per produrre armi chimiche).

La dualità delle chimica in questa convenzione è evidenziata, oltre dal possibile doppio uso dei prodotti chimici per produrre per armi o per scopi

civili, dalla necessità che ci sia percezione da parte degli studenti, degli educatori e del mondo scientifico del rischio posto dal non uso corretto dei prodotti chimici, non solo per quanto riguarda la produzione di armi chimiche, ma anche per i problemi legati alla sicurezza dei processi e dei prodotti e di tutta la catena produttiva. Tutti questi aspetti trovano una soluzione ideale nella collaborazione fra IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) e l'OPCW e nella realizzazione di attività in comune. La convenzione sulla proibizione delle armi chimiche, ha avuto una forte ricaduta sulla diffusione della cultura chimica in tutto il mondo e sulla produzione mondiale dei composti chimici. Le armi chimiche che sono sostanze chimiche di sintesi e tutte presentano tossicità acuta e proprietà fisiche ottimali per la loro facile dispersione nell'ambiente, sono anche tra gli inquinanti più pericolosi che si possono incontrare in attività per scopi pacifici in una produzione chimica e in un laboratorio di ricerca.

La convenzione di Kyoto

La convenzione di Kyoto (5) aveva come obiettivo la riduzione delle emissioni di gas serra per fermare i cambiamenti climatici. I gas serra sono CO_2 , CH_4 _[F1], N_2O , HCFs -idrofluorocarburi-PCFs - perfluorocarburi-(perfluoro metano e esafluoroetano) SF_6 (come isolante elettrico in applicazione di alto voltaggio).

Il protocollo di **Kyōto** è stato sottoscritto a Kyoto nel 1997 da più di 160 paesi è entrato in vigore nel 2005 e riguarda le emissioni dei gas serra elencati ritenuti responsabili del riscaldamento globale del pianeta ed è terminato nel 2013. Nel 2015 si è tenuta la Cop21 (6) alla quale hanno partecipato 196 nazioni dove si è concordato di proseguire gli obiettivi della convenzione di Kyoto di diminuire le emissioni nei gas serra nei prossimi anni per contrastare i cambiamenti climatici .

Le emissioni di gas serra sono: emissioni di CO_2 nella produzione di energia elettrica, nei trasporti e riscaldamento domestico; emissioni fuggitive di CH_4 in miniere di carbone, in estrazione di petrolio e di gas naturale, emissioni di CO_2 , N_2O e SF_6 nell'industria; emissioni di CH_4 in agricoltura e in allevamento animali; emissioni di CO_2 e CH_4 in miniere di carbone, in pozzi di estrazione di petrolio e di gas naturale ; emissioni di CO_2 e CH_4 nella distruzione di rifiuti.

Criteri di condotta e principi etici

La IUPAC (7,8) (International Union of Pure and Applied Chemistry) ha presentato un Codice di Condotta raccomandando a tutti quelli sono coinvolti nel settore chimico di rivedere il loro codice etico o svilupparne di nuovi per promuovere l'uso sicuro dei prodotti chimici e verificare se questi

principi siano in accordo con le leggi nazionali e le convenzioni internazionali.

Ogni chimico ha i propri principi etici e l'etica fa da collante fra le convenzioni internazionali, i codici di condotta della propria disciplina e le norme di comportamento nel proprio ambiente di lavoro.

A seguito della dualità della chimica sono stati redatti dalla IUPAC dei criteri di condotta e da parte delle Società chimiche dei principi etici. allo scopo che ogni chimico verifichi che il proprio lavoro sia etico e difenda la dignità e la continua reputazione e integrità della propria professione; e che le proprie conoscenze e fare in modo che i prodotti chimici e le apparecchiature utilizzate sotto la propria responsabilità non siano utilizzate per scopi illegali o distruttivi o che rechino danni alle persone o all'ambiente.

I principi etici delle Scienze Chimiche possono essere applicati in tre diversi settori: nell'attività di ricerca sperimentale, in particolare la sintesi di nuovi prodotti; nell'attività degli operatori nei diversi settori produttivi; nell'attività di Società attraverso i loro Dirigenti.

La carta dei Principi Etici delle Scienze Chimiche tratta le finalità etiche generali da trasmettere, attraverso la formazione, a ricercatori ed operatori del settore chimico e indica le responsabilità morali dei Dirigenti e delle Società allo scopo di incrementare la conoscenza dello sviluppo della Scienza nell'opinione pubblica collegata ai suoi Principi Etici, perché sia da essa accettabile.

Quindi è necessario introdurre lo studio dei Principi etici delle Scienze come materia fondamentale nella formazione principi etici per le Scienze sperimentali come la Chimica non sono definibili in modo assiomatico. L'educazione formativa permette di abbassare i rischi del cattivo uso della Chimica.

Conclusioni

Non si può condannare o privilegiare una sostanza per le sue proprietà intrinseche, la dualità della chimica è presente sempre. Ci sono sostanze tossiche il cui rischio è legato solo alla loro tipologia d'uso, altre all'incompetenza delle persone che le usano o ad un uso criminale. Ci sono sostanze che non sono tossiche e pericolose, come per esempio la CO₂, che comunque hanno effetti negativi sull'ambiente e quindi indirettamente anche sull'uomo, ci sono sostanze tossiche come il DDT che hanno ancora alcune applicazioni specifiche. Le convenzioni chimiche sono quelle con il maggior numero di paesi aderenti e proprio attraverso la chimica le diverse nazioni del mondo si rendono conto di vivere sulla stessa barca (sullo stesso pianeta) e collaborano insieme per risolvere problemi planetari. Il ruolo delle convenzioni internazionali sulla chimica ha avuto diverse ricadute positive: scambio di informazioni dai paesi industrializzati ai paesi meno progrediti;

fornitura di strumentazione analitiche ai paesi più poveri; spinta all'innovazione nell'industria chimica; scambio di informazioni sulla sicurezza dei prodotti chimici; miglioramento della salute del pianeta; spinta a realizzare usi pacifici dei prodotti chimici; capacità di collaborare fra nazioni diverse La recente notizia che l'industria farmaceutica Pfizer non produrrà più e non fornirà più ai diversi governi le sostanze chimiche da utilizzare per i detenuti condannati a morte è un bello esempio di etica nel campo chimico.

Bibliografia

- 1) <http://ozone.unep.org/en/treaties-and-decisions/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer>
- 2) <http://www.unido.org/en/what-we-do/environment/capacity-building-for-the-implementation-of-multilateral-environmental-agreements/the-stockholm-convention.html>
- 3) <http://www.pic.int/>
- 4) [http:// opcw.org](http://opcw.org)
- 5) http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
- 6) <http://www.cop21.gouv.fr/en/>
- 7) [http:// iupac.org](http://iupac.org)
- 8) <http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/2007/September/IupacToutsChemistryEthicsCode.asp>

OPEN ACCESS per una scienza inclusiva

Maria Rosaria Tiné

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa

Via G. Moruzzi, 13, 56124 - PISA

E-mail: mariarosaria.tine@unipi.it

Chiunque si dedichi oggi alla ricerca scientifica si trova a confrontarsi con un'esigenza sempre più sentita di diffusione della conoscenza, di circolazione delle idee, di facile accesso all'informazione, di visibilità dei risultati ottenuti.

Il rapidissimo, in alcuni campi addirittura vorticoso, avanzamento della ricerca scientifica e la conseguente crescita del numero delle pubblicazioni rende indispensabile al ricercatore, in un mondo in cui la competizione si fa ogni giorno più serrata, avere facile e pronto accesso a tutto ciò che viene pubblicato. Al tempo stesso egli pretende di raggiungere rapidamente e capillarmente un numero sempre più vasto di altri ricercatori che si occupano dei suoi stessi temi di ricerca, o di temi a essi correlati, in modo da far conoscere e affermare le sue idee e i suoi risultati. Competizione e collaborazione sono due facce di una stessa medaglia - il progresso della scienza - ed entrambe richiedono una capacità di comunicazione sempre più dinamica e pervasiva.

A questo primo aspetto si affianca l'esigenza divulgativa di portare la conoscenza scientifica fuori dalla ristretta cerchia degli specialisti e di *tradurre* e rendere accessibili a un pubblico vasto i temi complessi che gli scienziati affrontano e le loro scoperte, così da creare curiosità e interesse attorno al mondo della ricerca. I ricercatori possono in tal modo non solo rispondere a un desiderio sempre più esteso di informazione e cultura ma anche diffondere la consapevolezza che la scienza è una risorsa strategica per il nostro futuro nella quale è utile investire risorse economiche e intellettuali, certi che il ritorno sarà maggiore dell'investimento.

Ma c'è un terzo e più importante aspetto: l'esigenza etica di rendere facilmente e gratuitamente disponibili a tutti i risultati dell'attività di ricerca, soprattutto quando questa è finanziata con danaro pubblico, perché tutti li possano conoscere, utilizzare, verificare anche quando dispongono di limitate risorse economiche.

In risposta a tutte queste esigenze è nata l'idea dell'*open access* cioè del libero accesso in rete a tutte le pubblicazioni scientifiche, idea che si è rapidamente tradotta in una serie di azioni e strategie politiche, incoraggiate soprattutto dalla Commissione Europea che ha visto nella rapida diffusione delle idee e delle conoscenze il mezzo più efficace per favorire una crescita

intelligente, sostenibile e inclusiva, in un'economia basata sulla conoscenza e sull'innovazione¹.

L'accesso aperto è definito nelle *Linee Guida della Commissione Europea all'accesso aperto alle pubblicazioni scientifiche e ai dati di ricerca in Horizon 2020*² come “la pratica di fornire un accesso on-line all'informazione scientifica, che sia gratuito e riutilizzabile per l'utente finale”. L'Unione Europea lo incoraggia come efficace mezzo di diffusione della conoscenza e, nella sua *Raccomandazione sull'accesso all'informazione scientifica e sulla sua conservazione*³, pubblicata nel luglio 2012, ha invitato gli Stati membri a definire e mettere in atto politiche chiare per un accesso aperto alle pubblicazioni di ricerca finanziate con fondi pubblici. È importante sottolineare che, nella definizione delle *Linee Guida*, il termine “informazione scientifica” si riferisce ai testi delle pubblicazioni scientifiche oggetto di valutazione *inter-pares*, ma anche ai dati su cui queste sono basate, gli *underlying data*.

Naturalmente il dibattito sull'*open access* è aperto e contrastato. Il mondo della ricerca ne riconosce le grandi potenzialità ma ne teme alcuni effetti. Un più facile accesso all'informazione aiuta di certo a migliorare l'efficienza e l'efficacia della ricerca e ne favorisce la visibilità offrendo ai ricercatori un pubblico più ampio di quello che gli abbonati di qualsiasi rivista possano garantire. Al contempo però gli scienziati nutrono timori sull'effettiva qualità e prestigio delle riviste ad accesso aperto e preoccupazioni sul tema della proprietà intellettuale dei risultati e del *copyright*. Timori e preoccupazioni cui si aggiungono l'effetto dissuasivo delle spese di pubblicazione a carico dell'autore e la difficoltà di superare il sistema tradizionale delle riviste in abbonamento.

Uno studio⁴, pubblicato nel 2013 da Science-Metrix e condotto per conto della stessa Commissione Europea, ha osservato però che, nonostante le perplessità, l'*open access* è destinato a diventare la forma dominante di diffusione di articoli *peer-reviewed* in tutti i Paesi dell'European Research Area.

1. Comunicazione della Commissione Europea, COM(2010) 2020
[http://www.parlamento.it/web/docuorc2004.nsf/a4f26d6d511195f0c12576900058cac9/26737823c7025a77c12576dd0059a14f/\\$FILE/COM2010_2020_IT.pdf](http://www.parlamento.it/web/docuorc2004.nsf/a4f26d6d511195f0c12576900058cac9/26737823c7025a77c12576dd0059a14f/$FILE/COM2010_2020_IT.pdf)

2. Guidelines on Open Access to Scientific Publications and Research Data in Horizon 2020. Version 16 December 2013

http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/grants_manual/hi/oa_pilot/h2020-hi-oa-pilot-guide_en.pdf

3. Raccomandazione della Commissione Europea (2012/417/UE)

https://www.researchitaly.it/uploads/7309/rac_417.pdf?v=a901bf7

4. Science-Metrix. Open Access Strategies in the European Research Area August 2013 http://www.science-metrix.com/pdf/SM_EC_OA_Policies.pdf

Sulla base di queste osservazioni e per incoraggiare la diffusione dell'*open access* la Commissione Europea ha inserito nel programma *Horizon 2020* l'obbligo di pubblicare in accesso aperto i risultati di tutte le ricerche scientifiche finanziate nell'ambito del programma. Tale obbligo prevede che tutti i lavori scientifici pubblicati dopo una *peer-review* siano depositati e rimangano in un archivio informatico liberamente accessibile dal web.

La *Raccomandazione* prevede due diverse modalità di pubblicazione in *open access*.

La prima, denominata “via aurea” (*golden road*), prevede che l'articolo scientifico, nella sua versione definitiva, sia reso immediatamente disponibile in *open access*, o perché pubblicato da una rivista che garantisce l'immediato libero accesso on-line a tutti i suoi contenuti, *fully open access journals*, o perché pubblicato dai cosiddetti *hybrid journals*, riviste accessibili nella loro interezza solo agli abbonati ma che prevedono la possibilità di rendere liberamente disponibili in rete singoli articoli. Questa seconda modalità di pubblicazione è diventata sempre più consueta e ci siamo ormai abituati a vedere nell'indice di molte riviste l'etichetta colorata in oro, simbolo dell'*open access*, accanto ai titoli di alcuni articoli.

Nella *golden road* i costi della pubblicazione non sono più a carico dei lettori tramite la sottoscrizione di un abbonamento, ma vengono sostenuti dall'autore con un pagamento *una tantum* e con la possibilità di indicarli tra quelli ammissibili per il rimborso a carico dei finanziamenti della ricerca. In ogni caso i lavori sono sottoposti a un regolare processo editoriale e di revisione *inter-pares*.

La seconda modalità, denominata “via verde” (*green road*), si affida al *self-archiving* tramite ripubblicazione da parte dell'autore, in un archivio accessibile liberamente on-line, dell'articolo pubblicato o del manoscritto finale già sottoposto a revisione. L'auto-archiviazione può prevedere un periodo di embargo fino a 6 mesi nelle aree scientifico-tecnico-mediche e fino a 12 nelle aree delle scienze sociali e umane.

Molti editori, dopo un primo periodo di resistenza, hanno messo in atto politiche per favorire le pubblicazioni in accesso aperto *golden road*. Sono così nate riviste di prestigiose case editrici (ACS, Elsevier, Springer, Wiley, IOP, RSC) *fully open*, edite interamente in accesso aperto, mentre le tradizionali riviste in abbonamento sono divenute *hybrid* e ospitano singoli articoli in *open-choice*, cioè liberamente accessibili on-line dietro pagamento di opportune *fees*.

Gli editori hanno anche promosso politiche *green road* di archiviazione delle pubblicazioni creando i cosiddetti *open archives*, cioè consentendo di scaricare liberamente i contenuti di alcune delle loro riviste dopo un periodo di embargo – in cui l'accesso è riservato agli abbonati - più o meno lungo.

Al contempo consentono ora il *self-archiving*, vincolato ad opportune condizioni: in genere si consente che il *pre-print* di un articolo già accettato dalla rivista possa essere depositato dall'autore in *repositories* istituzionali, mentre il testo pubblicato dalla rivista vi può essere depositato dopo un periodo di embargo che si può accorciare pagando una quota fissata dall'editore.

D'altra parte, la *Raccomandazione* prevede l'obbligo di deposito in *repositories on-line* istituzionali, disciplinari o centralizzati, anche per gli articoli immediatamente accessibili secondo la via aurea. In ogni caso la versione depositata dell'articolo deve essere una copia elettronica, *machine-readable*, di quella pubblicata o del manoscritto finale accettato per la pubblicazione. I depositi possono essere archivi *on-line* istituzionali, disciplinari o centralizzati. Questo obbligo risponde alla preoccupazione della Commissione di garantire la conservazione a lungo termine dei risultati della ricerca, finora affidato alle biblioteche. Il passaggio dalla pubblicazione cartacea a quella digitale apre infatti scenari delicati e nasce la necessità di salvaguardare la conservazione dell'informazione scientifica con sistemi efficaci nel tempo.

Occorre innanzitutto garantire la conservazione dell'hardware e del software necessari per leggere le informazioni in futuro, oppure assicurare la migrazione dei dati verso i nuovi ambienti hardware e software. Occorre poi sostenere le infrastrutture elettroniche su cui poggia il sistema di diffusione dell'informazione scientifica affinché possano sostenere tutto il ciclo di vita dei dati: la loro acquisizione, l'ordinamento, l'autenticazione, l'integrità, fino alla questione cruciale del loro reperimento. Sarebbe infatti inutile conservare una gran massa di informazione scientifica se poi non fosse facile ritrovarla rapidamente così da poter costruire su di essa ricerche nuove, evitando il rischio di duplicazioni.

Anche in Italia il dibattito tra i soggetti interessati all'*open access* è vivace e costruttivo. Il Consiglio Universitario Nazionale, la Conferenza dei Rettori, gli Enti di Ricerca, l'Associazione dei Bibliotecari, l'Associazione degli Editori e singoli autorevoli esperti hanno espresso il loro parere in svariati e articolati documenti⁵.

Le raccomandazioni della Commissione sono state recepite interamente nel documento MIUR *Horizon 2020 Italia*⁶ e, in parte, nella legge 112/2013

5. Dichiarazione congiunta CRUI-CUN su: L'Accesso Aperto alle Pubblicazioni Scientifiche, Roma gennaio 2014
https://www.cun.it/uploads/4913/dichiarazione_congiunta_cruicun_openaccess.pdf?v=a72db6e

6. MIUR *Horizon 2020 Italia* Marzo 2013
<https://www.researchitaly.it/uploads/50/HIT2020.pdf>

sull'accesso aperto⁷, anche se la legge italiana, è più timida rispetto alla normativa europea e allunga i periodi di embargo da 6 a 18 mesi per le pubblicazioni delle aree scientifico-tecnico-mediche e da 12 a 24 per quelle delle aree delle scienze sociali e umane.

La *Roadmap Italiana verso la piena realizzazione dello Spazio Europeo della Ricerca*⁸, recentemente pubblicata, individua tra le sue priorità la realizzazione di una piattaforma per l'offerta di servizi informativi per la ricerca, in linea e compatibile con le analoghe iniziative a livello europeo, che permetta deposito, archiviazione e ricerca dei contenuti, allo scopo di facilitare l'individuazione e l'accesso ai risultati dei progetti di ricerca finanziati da fondi pubblici.

Ovviamente i nuovi bandi MIUR per i finanziamenti di ricerca si adeguano al dettato della legge. L'Art. 7 dell'ultimo bando PRIN 2015 recita infatti "Ciascun responsabile di unità deve garantire l'accesso aperto (accesso gratuito on-line per qualsiasi utente) a tutte le pubblicazioni scientifiche 'peer-reviewed' relative ai risultati ottenuti nell'ambito del progetto".

Molte università si sono dotate di politiche di accesso aperto *green road* e hanno creato archivi autonomi d'ateneo ma sarebbe davvero un peccato se, pur nel pieno rispetto dell'autonomia di ogni singolo ateneo, non si rendessero questi depositi interoperabili, in grado di dialogare fra loro e di confluire, con le opportune garanzie e senza cessare di esistere autonomamente, in un unico deposito nazionale: un portale della ricerca e delle pubblicazioni scientifiche che potrebbe dare grande visibilità all'intensa attività scientifica svolta nel nostro Paese.

Maggiore resistenza trova invece la *golden road* che appare essere un costo aggiuntivo che grava sui già scarsi finanziamenti disponibili ai ricercatori italiani.

Il problema dei costi e quello di garantire la qualità delle pubblicazioni sono infatti i due maggiori timori che agitano tutto il mondo scientifico.

Una pioggia di offerte ci arriva quotidianamente via mail per pubblicizzare nuove riviste *open access* a basso costo o addirittura gratuite. Ma il processo di revisione appare quanto meno di dubbia qualità. La comunità scientifica deve vigilare attentamente su questo aspetto ed ha i mezzi per farlo promuovendo la nascita di riviste accreditate ad accesso aperto che vedano il controllo, non tanto degli editori quanto delle comunità scientifiche.

7. Legge 112/2013

http://www.beniculturali.it/mibac/multimedia/MiBAC/documents/1381335416423_LEGGE_7_ottobre_2013.pdf

8. Roadmap Italiana verso la piena realizzazione dello Spazio Europeo della Ricerca, 16 maggio 2016.

http://www.ricercainternazionale.miur.it/media/23111/era_roadmap_italiana_it.pdf

Il problema dei costi è invece, probabilmente, un problema transitorio. Una rivista disponibile esclusivamente *on-line* di buona qualità, che sia o no ad accesso aperto, può avere sì costi più contenuti di una tradizionale rivista cartacea, ma è illusorio pensare che possa ridurli a zero. L'organizzazione dell'intero processo editoriale e di revisione, il mantenimento della piattaforma web, lo sviluppo di tecnologie per la conservazione sicura del materiale, hanno comunque un costo base incompressibile che qualcuno deve pur sostenere.

Il vero nodo è riuscire a passare da una editoria scientifica pagata da *chi legge* (gli abbonati) a una pagata da *chi scrive* (gli autori). La sfida sta proprio nel superare fase di transizione in cui ci troviamo, quella durante la quale il mondo della ricerca deve sostenere il doppio costo degli abbonamenti tradizionali e delle pubblicazioni *open-choice*. Bisogna quindi sviluppare strategie che permettano una transizione morbida e ne riducano il costo. Alcuni editori lo stanno già facendo offrendo dei "buoni pubblicazione" agli autori che appartengono a istituzioni che hanno sottoscritto i loro abbonamenti.

Naturalmente l'azione deve essere concertata tra istituzioni di ricerca, editori, bibliotecari e governi e richiede la convinta volontà di tutti. Ma un'editoria pagata da chi scrive e offerta a chi legge testimonia una visione generosa e profondamente etica della scienza che mette a disposizione di tutti i suoi risultati, sia di coloro che possono comunque permetterselo perché sono in grado di sottoscrivere gli abbonamenti, sia di coloro che non potrebbero farlo, scienziati e popoli che vivono in zone più disagiate e povere del pianeta. E' una sfida interamente nuova che dobbiamo saper affrontare coraggiosamente e vincere.

Effetti ambientali di comportamenti illeciti

Il ruolo della gestione dei rifiuti

Fabrizio Passarini
Università di Bologna

Con la Legge 68 del 22 maggio 2015 sono state introdotte in Italia nuove ipotesi di reato nel Codice Penale, avendo come obiettivo la repressione di comportamenti illeciti nei confronti dell'ambiente.

Poiché tali comportamenti vengono messi in atto clandestinamente, gli effetti che ne scaturiscono, relativamente all'inquinamento dei diversi comparti naturali, sono difficili da registrare e generalmente vengono trascurati, nelle stime compiute dai chimici e dagli altri scienziati che si occupano dell'ambiente.

Un esempio clamoroso, anche per la rilevanza ricevuta sugli organi di stampa mondiali, è rappresentato da quei veicoli, apparentemente in regola con i requisiti Euro 6, che nelle misurazioni su strada facevano registrare emissioni di NOx molto maggiori rispetto alle quantità dichiarate. Per la verità, tale fenomeno era già stato pubblicamente segnalato da anni, su autorevoli riviste internazionali¹. Ma solo dopo l'esplosione dello scandalo sono state rielaborate le stime dell'esposizione alle concentrazioni atmosferiche determinate dalle reali emissioni, e dei conseguenti danni alla salute umana².

In ogni caso, a ben vedere, si può notare che i comportamenti illeciti verso l'ambiente sono molto frequentemente associati ad indebite operazioni di gestione dei rifiuti. Nell'ultimo dossier di Legambiente sulle Ecomafie³ si segnala come il traffico dei rifiuti contribuisca per circa un quinto rispetto al totale degli eco reati accertati.

La situazione della cosiddetta "Terra dei fuochi", in alcune zone della Campania, costituisce un caso emblematico di quali impatti possa arrecare all'ambiente⁴ ed alla salute umana⁵ il deposito illegale di rifiuti tossici, perpetrato per anni, e per quanto tempo gli effetti di questi comportamenti abusivi verranno risentiti dalle generazioni future⁶.

1. Weiss, M. et al. *Atmos. Environ.* 62, 657–665 (2012).
2. Barrett, S.R.H. et al., *Environ. Res. Lett.* 10, 114005 (2015)
3. <http://www.legambiente.it/contenuti/dossier/ecomafia-2015>
4. Ferrara et al., *Environ Monitor. and Assess.* 185, 2671–2682 (2013).
5. Mazza et al., *Int. J. Environ. Res. Public Health* 12, 6818–6831 (2015).
6. *Nature*, 508, p. 431 (24 April 2014).

Gravi danni possono venire apportati anche al comparto atmosferico, soprattutto quando i rifiuti vengono smaltiti attraverso roghi incontrollati. Questa procedura non si può certo considerare inconsueta, dal momento che, secondo valutazioni autorevoli pubblicate di recente⁷, viene praticata sul 40% circa dei residui solidi generati a livello mondiale. Il risultato più sorprendente che ne deriva è che per alcuni Paesi del mondo il solo contributo all'inquinamento atmosferico, in particolare per PM₁₀ e CO, derivante dalla combustione all'aperto dei rifiuti, eccede la quantità totale di emissioni antropogeniche che era stata stimata precedentemente. Inoltre, le quantità di PCDD/PCDF che si producono attuando questo genere di trattamento, raggiunge livelli di qualche centinaio di µg TEQ per tonnellata di rifiuto bruciato⁷, valore che supera di alcuni ordini di grandezza le emissioni da impianti di incenerimento gestiti secondo le migliori tecniche disponibili (BAT) (<0,2 µg TEQ/t). Ciò significa che molti inventari mondiali sottostimano significativamente la presenza di varie specie inquinanti nell'ambiente, prendendo in considerazione solo le emissioni derivanti da attività lecite, accettate e sorvegliate da un controllo sociale.

Anche nelle acque vengono osservati fenomeni di crescente inquinamento, dovuti allo scarico indebito di rifiuti solidi, spesso indicati con l'espressione "marine litter". Una ricerca molto recente effettuata sulla costa Adriatica⁸ ha mostrato che circa il 38% dei rifiuti raccolti in mare è connesso alle attività ricreative costiere, mentre quasi il 26% è da attribuirsi ad attività legate al fumo.

I residui plastici costituiscono generalmente la grande maggioranza dei rifiuti solidi in ambiente marino, anche a causa della loro elevata resistenza alla degradazione⁹. Si stima che negli oceani stiano galleggiando più di 5 miliardi di pezzi di plastica, dal peso superiore alle 250000 tonnellate¹⁰. È stato infine calcolato che, in uno scenario di continuità con la situazione attuale, nel 2050 gli oceani arriverebbero a contenere, in peso, più plastica che pesci¹¹.

In conclusione, si vuole sottolineare come alcune operazioni illecite, molto spesso associate allo smaltimento di rifiuti solidi, possano determinare una contaminazione superiore a quella generata dalle ordinarie attività antropiche.

7. Wiedinmyer, C. et al., *Environ. Sci. & Technol.*, 48 (16), 9523-9530 (2014)

8. Munari C. et al., *Waste Management* 49, 483-490 (2016)

9. Moore C.J., *Environmental Research*, 108, 131-139 (2008)

10. Eriksen et al., *PLoS ONE*, 9 (12), Article n. e111913 (10 December 2014)

11. World Economic Forum, 2016

http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf

Ma questo contributo è spesso sottostimato, quando non completamente trascurato, dai modelli ambientali, con la conseguenza di non riuscire a prevederne tempestivamente gli impatti sugli ecosistemi e sulla salute umana. Questa osservazione mostra con chiarezza l'importanza dell'attività di monitoraggio ambientale, al fine di agire prontamente in caso di contaminazione, ed il compito affidato anche ai chimici, di vigilare sui comportamenti che possono mettere a repentaglio, anche nel lungo termine, la vivibilità del nostro pianeta.

La sperimentazione animale

Luigi Campanella

Dipartimento di Chimica, Università di Roma "La Sapienza",
Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia.
E-mail: luigi.campanella@uniroma1.it

La sperimentazione animale è oggi sotto accusa ancorché ancora riconosciuta e limitatamente anche adottata. L'atteggiamento deriva da considerazioni di tipo diverso. Innanzitutto le conclusioni a cui giunge la sperimentazione animale non sempre sono trasferibili all'uomo, secondariamente il sacrificio di animali non trova un'accettabile giustificazione nei vantaggi che da esso possano derivare al genere umano, infine molte delle reazioni che avvengono in vivo, essendo ormai perfettamente conosciute, possono essere con successo riprodotte in vitro.

La chimica può fare molto per individuare test alternativi basati sullo studio delle interazioni fra molecole aggressive e ricettori. Anche la sensoristica è un campo dal quale possa derivare un sensibile e significativo contributo al superamento del test con animali. Non solo però la chimica può favorire il superamento dei test su animali: la tassogenomica, la enzimologia, la fisiologia hanno studiato e messo a punto test alternativi alla sperimentazione animale. Sostanzialmente la proprietà che viene investigata è la tossicità, dimenticando forse colpevolmente che non è la sola a definire quantitativamente il rischio, dovendosi considerare a tal fine anche la stabilità - quanto essa è maggiore quanto più lunghi sono i tempi di interazione con organismo ed ecosistema - e l'accumulabilità che può trasformare una concentrazione sicura in una quantità pericolosa per organismo o ecosistema.

I risultati di studi di tossicità possono essere usati in due modi diversi: per predire livelli sicuri di esposizione dell'uomo e per predire livelli potenzialmente tossici e la natura probabile degli effetti dannosi.

Per la maggior parte degli effetti tossici prodotti da un particolare composto c'è un valore di esposizione al di sotto del quale gli effetti nocivi non si osservano. Quando i danni sono di natura genetica al DNA ed ai cromosomi o peggio portano a forme di cancro per danneggiamento del DNA si parla di effetti genotossici o carcinogenici. Questi effetti possono essere rilevati mediante test in vitro, ad esempio esponendo batteri ai tossici da testare (test di Ames) o cellule isolate animali o umane al tossico stesso.

Gli effetti cancerogenici vengono osservati e misurati esponendo animali, generalmente topi o ratti di età giovane a dosi giornaliere di tossico, esami-

nando il numero ed il tipo di tumori che si sviluppano; ma le conclusioni di tale tipo di approccio soffrono di accuratezza in quanto riferite a specie diverse da quella che si intende proteggere, l'uomo. C'è infine da osservare che l'esposizione a dosi quanto si voglia piccole, se anche non produce alcun effetto nel tempo breve, di fatto lo produce certamente nel lungo, lunghissimo tempo; questo tipo di rilevazione per motivi pratici non è di reale esecuzione. Per i composti cancerogenici differenti approcci ci dicono se ci sia un reale rischio di cancro ai valori di esposizione che realisticamente possono essere del tipo di quelli incontrati dagli esseri umani. Tali approcci si basano usualmente su curve dose/risposta, ottenute durante test animali. Queste curve relazionano l'incidenza del cancro alle variabilità delle dosi giornaliere assunte per tutta la vita.

Una varietà di modelli matematici può essere applicata alla curva dose-risposta per arrivare ad una stima del rischio. I modelli matematici sono generalmente considerati conservativi, fornendo una stima del rischio che non soltanto eccede sul fronte della sicurezza, ma può considerevolmente sovrastimare il rischio probabile per gli esseri umani. A causa delle limitazioni nei test sperimentali di cancerogenità animale e nei modelli, alcuni responsabili del rischio non vedono nell'approccio in precedenza indicato un'appropriata via per la stima del rischio umano.

Le proposte alternative a queste valutazioni cominciano ad essere tante e rispetto alla loro mancata adozione si porta a giustificazione il fatto che qualunque confronto con sostanze o composti da superare o sostituire non può che avvenire sulla base dei dati oggi disponibili, per l'appunto ricavati dalla sperimentazione animale. Così ragionando si perpetua una situazione immodificabile: è necessario avere il coraggio di scegliere fra i metodi alternativi alla sperimentazione animali i più affidabili e riparametrare i valori di LD50 e LC50 sulla base dei nuovi metodi consentendo di realizzare una nuova scala di tossicità.

Un'altra risorsa alternativa è rappresentata dai metodi *in silico* affidati alla combinazione informatica/modellistica. La struttura molecolare condiziona molte delle proprietà di un composto e quindi le sue possibili applicazioni in numerosi campi. Per definizione un sistema è complesso quando il suo comportamento non è derivabile dalle proprietà delle sue singole parti esattamente quanto avviene ad una molecola che quindi per definizione è un sistema complesso: le sue proprietà dipendono dagli atomi costituenti e dalle loro interazioni. La rappresentazione di una molecola può avvenire secondo approcci differenti (tridimensionale, bidimensionale, vettoriale). I descrittori molecolari sono numeri capaci di estrarre da ogni rappresentazione frazioni di informazione chimica.

Tali descrittori consentono di stabilire relazioni quantitative tra le strutture, le proprietà, le attività biologiche. Pertanto tali descrittori giocano

un ruolo molto importante nella ricerca scientifica. Ne sono stati proposti più di 2000 ed il numero è continuamente crescente; vengono usati nella modellistica molecolare correlati con le scienze statistiche e chemiometriche, ed in questo rappresentano una vera e propria rivoluzione tenuto conto che fino a 30 anni fa la modellistica molecolare consisteva nella ricerca di relazioni matematiche fra grandezze misurate sperimentalmente. Per spiegare le complesse relazioni fra molecole e grandezze misurate sono applicati due approcci fondamentali: QSAR (Quantitative Structure Activity Relationship) che ricerca correlazioni fra struttura molecolare ed attività biologica e QSPR (Quantitative Structure Property Relationship) che ricerca correlazioni fra struttura molecolare e proprietà chimico-fisiche.

In futuro è da prevedere che molte proprietà saranno descritte piuttosto che misurate, ma questo non toglierà mai valore all'esperienza che sarà chiamata a confermare i valori prodotti e soprattutto a correggere i modelli molecolari applicati se risultati errati.

Il regolamento REACH che di certo rappresenta un importante passo in avanti nella direzione di garantire la sicurezza dei consumatori e cittadini prevede ancora l'uso dei test su animali, ma contemporaneamente l'UE chiede alla comunità scientifica uno sforzo per provvedere in prospettiva alla completa rinuncia ad essi ed ha rivisto la direttiva che regola la protezione degli animali usati per scopi scientifici e sperimentali. La Direttiva 86/609/EEC che data al 1986 ha il fine di standardizzare il buono stato (il benessere) degli animali nei laboratori di ricerca in Europa. In marzo 2009 la Commissione sull'Agricoltura e lo Sviluppo Rurale del Parlamento Europeo ha votato 524 emendamenti a questa direttiva, di questi 161 sono stati adottati. Con le sue decisioni la Commissione ha inteso limitare la sperimentazione senza con questo bloccare la ricerca scientifica. I Membri del Parlamento Europeo hanno votato per regole che dovrebbero assicurare che i test programmati siano assoggettati a cogenti valutazioni etiche per tenere conto della posizione dei cittadini. L'impiego di animali nelle procedure scientifiche dovrebbe essere considerato soltanto in caso di mancanza di un'alternativa.

Circa a 12 milioni di animali vengono impiegati per scopi scientifici in Unione Europea ogni anno. Circa 10000 di questi sono primati non umani. Due terzi di questi sono impiegati per valutare sicurezza ed efficacia di farmaci e dispositivi farmaceutici. Il rimanente terzo è impiegato per studi biologici di base e per ricerche in medicina umana e veterinaria. Con le sue decisioni recenti il Parlamento Europeo ha bandito l'impiego di grandi primati non umani (scimpanzé, gorilla, orango) eccetto che per esperimenti finalizzati proprio alla conservazione di queste specie. Tale tipo di sperimentazione è già vietata in Austria, Gran Bretagna, Olanda, Svezia e di fatto in Europa non avviene più dal 2002: pertanto il bando non influenza

significativamente la ricerca attuale.

Il Parlamento Europeo ha anche deciso che i test su animali diversi dai primati non umani non dovrebbero essere ristretti a condizioni che minaccino o disabilitino alla vita. Questo danneggerebbe seriamente la ricerca su alcune forme di cancro, sclerosi multipla e morbo di Alzheimer. Inoltre le linee guida europee ed internazionali richiedono che alcuni farmaci siano testati sui primati prima di essere approvati, da cui la necessità in alcuni casi di approvazione di questi test, posizione che sostanzialmente è stata sostenuta da molti scienziati dell'industria farmaceutica e dalle associazioni di ricerca medica ed accettata dal Parlamento Europeo.

AREE SCIENTIFICO–DISCIPLINARI

AREA 01 – Scienze matematiche e informatiche

AREA 02 – Scienze fisiche

AREA 03 – **Scienze chimiche**

AREA 04 – Scienze della terra

AREA 05 – Scienze biologiche

AREA 06 – Scienze mediche

AREA 07 – Scienze agrarie e veterinarie

AREA 08 – Ingegneria civile e architettura

AREA 09 – Ingegneria industriale e dell’informazione

AREA 10 – Scienze dell’antichità, filologico–letterarie e storico–artistiche

AREA 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche

AREA 12 – Scienze giuridiche

AREA 13 – Scienze economiche e statistiche

AREA 14 – Scienze politiche e sociali

AREA 15 – Scienze teologico–religiose

Il catalogo delle pubblicazioni di Aracne editrice è su

www.aracneeditrice.it

Finito di stampare nel mese di giugno del 2016
dalla tipografia «System Graphic S.r.l.»
00134 Roma – via di Torre Sant'Anastasia, 61
per conto della «Aracne editrice int.le S.r.l.» di Ariccia (RM)