

Chimica: nostra vita, nostro futuro

Ferruccio Trifirò

Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna
Bologna, Italia

Parole chiave: chimica, prodotti chimici, innovazioni, industria chimica, restauro

1. Introduzione

In questa nota abbiamo riportato alcune innovazioni nel campo della chimica che sono state considerate importanti per avere cambiato il mondo, e queste sono: l'invenzione dell'antidettonante per la benzina, il piombo tetraetile, la scoperta della prima gomma sintetica, della prima fibra sintetica (il nylon) e della marmitta catalitica per abbattere gli inquinanti dei motori a benzina. Inoltre, si sono riportati i diversi interventi delle industrie chimiche nel restaurare edifici storici in tutto il mondo. Infine, sono stati ricordati i principi etici ed i criteri di condotta nel settore chimico sottoscritti dalla IUPAC (Unione Internazionale di Chimica Pura e Applicata) e dall'OPCW (Organizzazione per la Proibizione delle Armi Chimiche) e sottoscritti anche dalla SCI (Società Chimica Italiana).

2. La chimica che ha cambiato il mondo in cui viviamo

Nel numero di Dicembre del 2000 della rivista economica Forbes Global sono state riportate le innovazioni che a partire dal 1917 fino al 2000 hanno cambiato il mondo [1]. Per ogni anno, salvo qualche eccezione, è stata scelta una sola innovazione. Fra le 85 innovazioni selezionate, molte potrebbero essere suggerite da ognuno di noi, come la televisione, la fotocopiatrice Xerox, l'internet, i transistor, la penicillina, il vaccino antipolio, le tecnologie del DNA ricombinante, le fibre ottiche, ma ce ne sono quattro, e questo non può che felicemente sorprenderci, che sono frutto solo della chimica.

La prima innovazione è la scoperta del piombo tetraetile (anno 1921), antidetonante per i motori a benzina (eliminato dal mercato solo alcuni anni fa), che ha permesso di utilizzare un elevato rapporto di compressione nel motore aumentandone così l'efficienza. Il prodotto fu scoperto da Thomas Midgley, dopo una ricerca mirata durata cinque anni, con una metodologia di ricerca per esclusione (trial and error).

La seconda innovazione è quella della gomma sintetica (1929) a base di cloroprene, la prima gomma sintetica per usi industriali e la prima ad avere un successo commerciale, messa a punto congiuntamente da Newland, professore all'Università di Notre Dame, che aveva scoperto la sintesi del vinilacetilene a partire dall'acetilene (aveva osservato la formazione di vinilacetilene come sottoprodotto) e da ricercatori della Dupont.

Nei laboratori di ricerca della Dupont, sotto la guida di Carothers, la ricerca fu proseguita con l'obiettivo di produrre vinilacetilene, e così fu scoperto casualmente sia il cloroprene formatosi per addizione di HCl al vinilacetilene, sia la sua polimerizzazione successiva. L'elastomero, chiamato prima Duprene e poi Neoprene, fu prodotto industrialmente nel 1931. In verità la scoperta delle prime gomme sintetiche (anche se di proprietà inferiori) era avvenuta in Germania nel 1910 da parte della Bayer, a seguito delle ricerche condotte sulla polimerizzazione dell'isoprene.

La terza innovazione, quella del nylon (1934) la prima fibra sintetica, fu realizzata nel centro di ricerca organica di base creato appositamente dalla Dupont. Carothers, il direttore dei laboratori, aveva iniziato fin dal 1928 una ricerca di base sulle reazioni di polimerizzazione, orientandosi su quelle di policondensazione (fra molecole diverse), diversamente da Staudinger, futuro premio Nobel per la chimica, che in Germania stava studiando le poliaddizioni (partendo dalla stessa molecola). Dopo diversi anni di ricerca su questa classe di reazioni, Carothers s'imbatté nella policondensazione dell'acido adipico con esametildiammina, ricerca che portò alla scoperta della poliammide 6,6.

La prima fibra, con il nome di nylon, andò in produzione nel 1938. L'ultima innovazione è quella della marmitta catalitica (1974), messa a punto dalla Corning

Glass Works, dove in tre anni con 300 ricercatori erano stati provati 15 mila catalizzatori diversi, prima di arrivare al risultato finale in platino e palladio supportato su un monolite ceramico a forma di nido d'ape. L'impianto di produzione del catalizzatore, iniziato nel 1975, è stato il più grande impianto costruito al mondo in acciaio inossidabile.

Il catalizzatore è diventato nel corso degli anni sempre più complesso per soddisfare le sempre più stringenti regolamentazioni ed opera attualmente nelle condizioni di reazione fra le più estreme che si possono incontrare in una sintesi chimica: bassi tempi di contatto e basse concentrazioni di reagenti, la riduzione degli ossidi di azoto contemporanea all'ossidazione di CO e degli idrocarburi residui, l'esigenza di attività in un largo campo di temperatura, senza creare rallentamenti al flusso dei gas di scarico dal motore ed aumentare la vita del catalizzatore per diminuire le fermate per ricambi). Tutti questi obiettivi sono stati raggiunti assemblando prodotti chimici diversi con funzioni specifiche.

Se queste innovazioni non corrispondono alle più importanti scoperte nel campo della chimica, bisogna tenere in considerazione che, quelle riportate, sono le innovazioni che secondo osservatori esterni alla chimica hanno maggiormente cambiato il mondo in cui viviamo, anche se dal punto di vista del costume e dell'impatto commerciale. Il mondo esterno alla chimica giudica i prodotti chimici in base alle loro proprietà di comportamento e alla loro utilità: di questo dobbiamo prendere atto, se vogliamo colmare il divario fra chimica e società. Ma queste proprietà di comportamento possono essere studiate solo se si è vicini all'applicazione dei prodotti, che in genere sono esterne al nostro mondo, ed è questa la grande sfida che deve affrontare la chimica e queste le difficoltà in cui è costretta a muoversi.

A questo punto non possiamo fare a meno di aggiungere una quinta innovazione: la polimerizzazione stereospecifica del propilene, scoperta da Natta nel 1954 [2], che ha portato alla produzione di polimeri con proprietà simili ai polimeri naturali, fra i prodotti chimici organici di sintesi più utilizzati al mondo. Inoltre è possibile aggiungere una nuova traiettoria innovativa che nasce dalla presenza di una profonda cultura scientifica in diversi settori della chimica, accompagnata da una conoscenza capillare dei problemi dell'industria chimica. Natta era solito dire che quando una tematica di ricerca ha delle forti basi scientifiche e quando si è attenti alle possibili applicazioni dei prodotti su cui si lavora, l'innovazione prima o dopo arriva sempre.

3. Tecnologie chimiche per il restauro

L'industria chimica è coinvolta nelle strategie di restauro e di conservazione del patrimonio culturale per la messa a punto di tecnologie ottimali, per l'impegno nella sponsorizzazione di un'opera di restauro e per la possibilità di presentare una chimica facilmente comprensibile e accettata da tutti. Sono evidenziati gli impegni di diverse industrie chimiche come Eni, Mapei, 3M, Rhône-Poulenc e Syremon nel recupero, nel consolidamento e nel restauro di numerose opere d'arte [2].

La Chimica è presente in tutte le fasi delle operazioni per il restauro e la conservazione di un'opera d'arte, di un patrimonio architettonico o di un antico manufatto, iniziando dalla diagnostica e dagli interventi di stabilizzazione e consolidamento per evitare ulteriori danni, passando poi alla pulizia delle parti degradate e/o contaminate, fino al ripristino dell'originale bellezza o funzionalità. Qual è, invece, il rapporto specifico dell'industria chimica con le tecnologie del restauro del patrimonio culturale di un paese? È possibile individuare tre aspetti nei quali l'industria chimica è implicata direttamente. Il primo, il più naturale, è quello della messa a punto di nuovi prodotti e tecnologie per le diverse fasi del restauro. Il secondo è la possibilità che ha un'azienda, con la sponsorizzazione del ripristino di un'opera d'arte, di mostrare il proprio impegno nel sociale e la capacità di sapere tessere dei legami stretti con il territorio. Il terzo è l'occasione che ha un'azienda nel parlare delle proprie attività nel restauro, di presentarsi con una chimica la cui utilità è facilmente comprensibile a tutti.

Diverse sono state le industrie chimiche che nel nostro paese in questi ultimi anni hanno utilizzato i loro prodotti e/o messo a servizio le loro competenze per sponsorizzare opere di restauro [2]. La Rhône-Poulenc (ora divenuta Rhodia per la parte chimica ed Aventis per quella farmaceutica) ha restaurato la facciata del palazzo senatorio in Campidoglio a Roma [3] e la galleria Vittorio Emanuele a Milano

[4], impiegando, fra l'altro, silicato di etile per opere di consolidamento, biocidi per le operazioni di pulizia e resine a base siliconica per il trattamento finale di tutte le superfici, sostanze tutte prodotte dall'azienda.

La Mapei ha curato il consolidamento di alcune strutture danneggiate della chiesa di San Francesco ad Assisi, a seguito del recente terremoto, impiegando materiali composti a base di resine epossidiche e di fibre di aramidiche [5].

La Syremont ha curato, fra gli altri, il restauro degli affreschi del Masaccio e di Masolino nella Cappella Brancacci a Firenze [5] e il restauro della Cappella degli Scrovegni a Padova, mettendo a punto formulati a base di resine scambio ioniche sia per la pulitura desolfarante sia per la rimozione degli scialbi e delle incrostazioni calcaree [6]. La Syremont ha seguito, inoltre, il restauro di aree archeologiche e di diversi edifici monumentali utilizzando aggreganti, leganti e agenti protettivi, in genere, a base di composti fluorurati. La Syremont, infine, ha curato il progetto e la realizzazione del particolare e sofisticato sistema di conservazione ed esposizione museale della Mummia di Similaun del nuovo museo archeologico di Bolzano.

La 3M ha sponsorizzato le attività di restauro a Pompei, mettendo anche a disposizione i propri film protettivi, e infine l'Eni ha recentemente ripulito con le proprie risorse finanziarie e tecniche la facciata di San Pietro in Vaticano a Roma [7].

L'ultimo aspetto dei legami di un'industria chimica con le attività di restauro è quello che era stato possibile cogliere in uno dei primi convegni sullo sviluppo sostenibile, organizzato dall'associazione delle industrie chimiche europee, tenutosi a Parigi diversi anni fa. Al convegno, mentre rappresentanti di diverse industrie chimiche presentavano i successi delle loro aziende nel realizzare processi sicuri e puliti e prodotti il cui utilizzo non provocava danni agli esseri viventi e all'ambiente, il presidente della Rhône-Poulenc scelse di parlare solo delle attività del suo gruppo nel restauro e nella conservazione di patrimoni dell'umanità in diverse parti del mondo. L'azienda francese, oltre agli interventi menzionati in Italia, si era impegnata nel restauro di un edificio di legno nella cittadella imperiale di Hue in Vietnam [8], del Taj Mahal in India [9], della cattedrale di Burgos e di vecchi manoscritti in Francia. L'iniziativa del presidente della Rhône-Poulenc di parlare solo delle attività della sua azienda nel salvare il patrimonio culturale europeo e mondiale, deve essere interpretata come una scelta strategica ben precisa di volere presentare una chimica in positivo.

Una chimica non più in posizione difensiva, ossia tesa a cercare di spiegare che la produzione chimica non altera più l'ecosistema ma offensiva, ossia disponibile a spiegare cosa fa di utile per l'umanità e per conservare il patrimonio attuale alle future generazioni. Per rivolgersi ai cittadini non è sufficiente parlare della sostenibilità dei processi e dei prodotti ma è necessario impegnarsi a spiegare l'utilità e la non sostituibilità dei prodotti di sintesi per la società.

L'intervento in quel convegno del presidente della Rhône-Poulenc è stato un esempio utile in questa direzione, così come lo è il presentare le attività della chimica nel settore del restauro e della conservazione del patrimonio culturale dell'umanità.

4. Etica e chimica

Recentemente, IUPAC (organizzazione mondiale delle società chimiche) e OPCW (organizzazione per la proibizione delle armi chimiche) [10] hanno di nuovo presentato, come avevano già fatto alcuni anni fa, un codice di condotta, raccomandando a tutti quelli che sono coinvolti nel settore chimico di riconsiderare il proprio codice etico e/o sviluppare nuovi principi per promuovere l'uso sicuro e corretto dei prodotti chimici nell'interesse di tutti e lo sviluppo della scienza e verificare se questi principi siano in accordo con le leggi nazionali e le convenzioni internazionali [11].

È responsabilità di tutti i chimici, quale che sia il proprio lavoro, nell'industria, nell'accademia o in strutture governative, valutare gli aspetti etici per evitare l'uso non corretto dei prodotti chimici, fatto che potrebbe portare alla produzione di sostanze tossiche per l'uomo, per gli animali e per l'ambiente. Ogni chimico ha i propri principi etici, da cui derivano i codici di condotta ed i codici morali di responsabilità per rispettare le procedure della sicurezza del lavoro e per ottemperare alle leggi nazionali e alle convenzioni internazionali [12].

La Società Chimica Italiana (SCI) ha approvato una carta dei principi etici delle scienze chimiche nel 2006 ed è stata una delle prime società chimiche al mondo

a farlo [13]. Per i soci della SCI i principi etici fanno da collante e da ponte fra procedure, leggi nazionali e convenzioni internazionali e le norme di condotta sui posti di lavoro.

I principi etici che la IUPAC suggerisce che ogni chimico debba garantire sono i seguenti: verificare che il proprio lavoro sia etico e difenda la dignità e la continua reputazione e integrità della propria professione; fare in modo che le proprie conoscenze e tecnologie siano utilizzate per il beneficio e per il miglioramento dell'umanità e dell'ambiente; che il proprio lavoro sia in accordo con i principi dello sviluppo sostenibile e della salvaguardia della capacità della terra di garantire la vita in tutte le sue diversità; che i prodotti chimici e le apparecchiature utilizzate sotto la propria responsabilità non siano utilizzate per scopi illegali o distruttivi o che rechino danni a valle a persone o all'ambiente; informare sempre le autorità competenti se si viene a conoscenza di ogni uso non corretto, per scopi criminali o distruttivi dei prodotti chimici; minimizzare il rischio nei confronti dei propri vicini e dei colleghi di lavoro, di qualsiasi cittadino, dell'ambiente rispetto alle conseguenze volute e accidentali della propria attività; condurre regolari valutazioni degli effetti sulla salute e sulla sicurezza delle attività di cui si è responsabili; che il proprio lavoro sia in accordo con le normative nazionali ed internazionali sui prodotti chimici; cooperare con governi e organizzazioni per identificare eventuali carenze nelle legislazioni di sicurezza e cercare di dare un contributo per migliorarle; aggiornare le proprie conoscenze sugli ultimi sviluppi sul controllo della salute e dell'ambiente e del rischio chimico ed utilizzarle per fare comprendere all'opinione pubblica i benefici derivati dai prodotti chimici, come anche dei rischi associati ad un loro uso non corretto.

Per concludere è utile ricordare che il codice etico della Società Chimica Italiana [14] termina con il seguente impegno che ogni laureato dovrebbe sottoscrivere al termine del suo curriculum educativo: "Prometto solennemente di applicare le finalità delle scienze chimiche per: salvaguardare l'ambiente ed i suoi ecosistemi; migliorare la qualità della vita senza nuocere al mondo circostante; controllare il cattivo uso della chimica; diffondere conoscenza dei vantaggi e benefici delle scienze chimiche nell'opinione pubblica".

Note biografiche

Ferruccio Trifirò nato a Barce (Libia) il 17/6/1938 si è laureato in Ingegneria Chimica presso il Politecnico di Milano nel 1963, avendo come relatore il Prof. Giulio Natta (premio Nobel per la Chimica del 1963). Ha lavorato nel 1966 a Praga presso l'Istituto di Chimica fisica dell'Accademia delle Scienze della Cecoslovacchia, nel 1968 ha usufruito di una borsa di studio per lavorare presso il Dipartimento di Chimica dell'Università di Reading (Gran Bretagna) e nel 1974 ha vinto una borsa di studio Alexander von Humboldt per lavorare presso l'Istituto di Chimica Industriale dell'Università di Erlangen (Germania). Nel Novembre 1975 è stato nominato professore straordinario di Chimica Industriale alla Facoltà di Ingegneria di Cosenza, nel novembre 1976 è stato chiamato a Bologna presso la Facoltà di Chimica industriale, sempre sulla stessa cattedra. La sua attività di ricerca principale è stata in larga maggioranza nel campo della catalisi eterogenea applicata alla sintesi dei grandi intermedi con processi di ossidazione ed idrogenazione ed in minor parte nel campo della catalisi omogenea, della catalisi ambientale e della trasformazione di biomasse in materie prime per la chimica per gassificazione. È autore di 517 pubblicazioni scientifiche, 24 brevetti, cinque libri pubblicati all'estero in inglese nel campo dei processi di ossidazione, editore di 8 libri, 17 reviews di carattere didattico ed ha presentato 400 comunicazioni a congressi. È professore emerito dell'Università di Bologna, direttore della rivista *La chimica e l'Industria* dal 1996, presidente dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, membro scientifico dell'OPCW (Organization for the Prohibition of Chemical Weapons) e consulente scientifico del consorzio *Tecnologie Innovative per il Controllo Ambientale e lo Sviluppo Sostenibile (TICASS)* della Liguria.

Summary

In this note we look at a number of aspects relating to chemistry that have had a strong impact on the future of humanity. In particular, some technological innovations have been examined which have had a strong impact on daily life in general; the role of different chemical industries in the restoration of deteriorated monuments and works of art; the development of chemical products for carrying out restoration work; the financing of restoration and conservation; finally, mention has been made of the ethical principles and codes of conduct of the different chemical companies, the Organization for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) and the fundamental principles for the correct use of chemicals.

Riassunto

In questa nota si sono ricordati alcuni aspetti della chimica che hanno avuto un forte impatto sul futuro dell'umanità. In particolare sono state trattate alcune innovazioni tecnologiche che hanno avuto un forte impatto sull'umanità; si è ricordato il ruolo di diverse industrie chimiche nel restauro di monumenti ed opere d'arte deteriorate, mettendo a punto prodotti chimici per il restauro e finanziando le opere di restauro; infine si sono ricordati i principi etici e i codici di condotta delle diverse società chimiche e dell'organizzazione per la proibizione delle armi chimiche (OPCW) principi fondamentali per un uso corretto dei prodotti chimici.

Résumé

Cette note rappelle des aspects de la chimie qui ont eu un fort impact sur l'avenir de l'humanité. Elle traite en particulier de certaines innovations technologiques qui ont eu un fort impact sur l'humanité : le rôle qu'ont joué plusieurs industries chimiques dans la restauration de monuments et d'œuvres d'art détériorées, grâce à la mise au point de produits chimiques pour la restauration et au financement d'ouvrages de restauration. Enfin, sont évoqués les principes éthiques et les codes de conduite des différentes sociétés chimiques ainsi que de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIA), principes essentiels pour une bonne utilisation des produits chimiques.

Zusammenfassung

In diesem Schriftstück wurden einige Aspekte der Chemie in Erinnerung gerufen, die sich stark auf die Zukunft der Menschheit ausgewirkt haben. Insbesondere wurden einige technologische Innovationen behandelt, die sich stark auf die Menschheit auswirkten. Es wurde an die Rolle verschiedener Chemieunternehmen bei der Restaurierung von geschädigten Monumenten und Kunstwerken hingewiesen, dank der Schaffung von chemischen Produkten für die Restaurierung und dank der Finanzierung der Restaurierungsarbeiten. Und schließlich wurde an die ethischen Grundsätze und an den Verhaltenskodex der verschiedenen Chemiegesellschaften und der Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) erinnert, die die wesentliche Grundlage für die korrekte Verwendung von chemischen Produkten darstellen.

Resumen

En esta nota se recuerdan algunos aspectos de la química que han incidido notablemente en el futuro de la humanidad. En particular se ha hecho referencia a determinadas innovaciones tecnológicas que han tenido un fuerte impacto en la humanidad. Se menciona el papel desempeñado por varias industrias químicas en la reparación

de monumentos y obras de arte deterioradas, creando productos químicos para la restauración y financiando las obras de recuperación. Para terminar se alude a los principios éticos y los códigos de conducta de las distintas empresas químicas, fundamentales para un uso correcto de los productos químicos, así como a la organización para la prohibición de las armas químicas (OPCW).

概述

本文介绍了化学学科给人类未来带来显著影响的几个方面。特别是，各种创新性技术的应用，对人类活动产生显著的影响；在这其中，化学工业损毁的艺术作品和遗迹修复中起着重要作用，所采用的化学试剂用于修复工作；最后文中还提及了各化学生产公司、禁止化学武器组织（OPCW）在化学产品正确使用方面所遵守的法律规定和伦理规范。

Резюме

В этой заметке упоминаются некоторые аспекты химии, которые предопределили будущее человечества. В частности, обсуждаются некоторые технологические нововведения, оказавшие большое влияние на человечество. Подчеркивается роль, которую сыграли некоторые химические компании при реставрации поврежденных памятников и произведений искусства, разрабатывая химические средства для реставрации и финансируя реставрационные работы. Наконец, изложены этические принципы и кодексы поведения разных химических предприятий и Организации по запрещению химического оружия (ОЗХО). Эти принципы являются основополагающими для правильного применения химических веществ.