

ALFONSO MARIA LIQUORI (*)

Una nuova filosofia nella ricerca chimica: I biomateriali (**)

Il recente annuncio della messa a punto da parte di ricercatori del Gruppo Ferruzzi di un procedimento per produrre un materiale termoplastico virtualmente biodegradabile basato su amido di mais è da accogliere con soddisfazione.

Si tratta ovviamente, come ha chiarito il Prof. Amicare Collina, presidente dell'Istituto Donegani di Novara della Montedison, di materiale plastico «usa e getta» che non richiede eccezionali proprietà fisiche e meccaniche di cui sono dotati altri polimeri sintetici, alcuni dei quali sono un vanto della chimica italiana, ancora insostituibili per certi impieghi.

Proprio per questo la soluzione mi sembra razionale. Questi risultati hanno richiamato alla mia memoria un articolo da me pubblicato ben 15 anni fa nella rivista *Le Scienze* (agosto 1974, p. 7) dal titolo «Una nuova filosofia nella ricerca chimica di base» che suscitò perplessità fra molti colleghi nell'Università e nell'industria, ancora suggestionati dai miraggi della petrolchimica.

Data l'attualità del tema, vorrei riportare alcuni brani e tentare qualche cauta estrapolazione: «Un'analisi obiettiva e sdrammatizzata dei dati più rilevanti in merito ai problemi relativi alla difesa dell'ambiente e dell'integrità biologica dell'uomo porta notoriamente a individuare la posizione centrale di un certo tipo di sviluppo dell'industria chimica. Questo va dall'industria di materie plastiche con base petrolchimica a quella dei prodotti farmaceutici di sintesi e include coloranti artificiali, antiparassitari sintetici, detergenti etc. Ciò nonostante mi sembra che non sia stata ancora affrontata un'analisi sulla "filosofia" ispiratrice di un tale sviluppo e sulle origini o come si direbbe più appropriatamente oggi del tipo di ricerca di base che ha contribuito alla sua promozione. Non è difficile riconoscere nell'evoluzione scientifica della stessa chimica organica la

(*) Facoltà di Scienze M.F.N., Università di Roma «Tor Vergata»; International Centre of Theoretical Biology (ICTB), Venezia.

(**) Relazione presentata al Convegno, «La chimica: storia, fondamenti, prospettive», Roma, Dipartimento di chimica, Università di Roma «La Sapienza», 6-7 Novembre 1989.

brusca transizione da un indirizzo eminentemente "naturalistico" a uno "sintetico" ... Converrà esaminare prima i fattori che promossero il rapido sviluppo e il prevalere di tale indirizzo per poi cercare di comprendere i motivi della sua sopravvivenza e auspicare il ritorno a una concezione meno ambiziosa e velleitaria della chimica e più fondamentale dal punto di vista scientifico ».

L'indirizzo sintetico fu alimentato dall'ideologia romantica dell'uomo più intelligente della natura che deve liberarsi dai limiti di una mentalità naturalistica e abbandonarsi al mito di una scienza che non ha per scopo il comprendere ma l'inventare. Si trattava cioè di una distorsione di quella che oggi si definirebbe « creatività scientifica ». Il maggiore sostegno all'indirizzo sintetico venne d'altra parte fornito dall'industria tedesca nel periodo fra le due guerre. L'obiettivo principale di tale industria era infatti quello di massimizzare la sua produttività non solo rispetto alla quantità ma rispetto alla varietà di prodotti onde perseguire il piano imperialista di uno sviluppo esponenziale nell'ambito di una economia chiusa e tesa a soddisfare non solo i fabbisogni ma a preparare una guerra interamente impernata sul mito della tecnologia.

Questi fattori contribuirono, fra l'altro, al temporaneo isolamento della chimica dalle altre scienze. Nonostante ciò l'indirizzo naturalistico della chimica riuscì a conseguire dopo l'ultima guerra i suoi maggiori successi contribuendo in modo decisivo allo sviluppo della biochimica e alla nascita della biologia molecolare. Quasi nello stesso periodo l'indirizzo sintetico ricevette un nuovo impulso da una nuova filosofia economico-industriale piuttosto che da una autentica evoluzione scientifica e cioè dalla petrolchimica.

Questa filosofia introdusse nella ricerca chimica di base dei criteri, che rigidamente applicati da industrie con limitata prospettiva, portarono a eliminare idee o suggerimenti che non rispondevano strettamente ai requisiti della strategia dell'etilene, del propilene, del metano. Al contrario qualsiasi composto chimico che affondasse le radici del suo albero genealogico nel petrolio divenne candidato per grandi produzioni. Si svilupparono e si ingigantirono così le organizzazioni del marketing e tutte le forme di pressione tendenti a creare la domanda smisurata per produzioni di massa così concepite. Anche da parte della grande industria americana dotata di un vasto potenziale di ricerca chimica di base venne accantonata la ricerca di nuovi e migliori prodotti non derivabili dal petrolio.

La tesi che vorrei sostenere è quella di attenuare o modificare il dominio dell'indirizzo organico sintetico nella ricerca di base in quanto legato al petrolio. Infatti lo stesso indirizzo era legato prima della seconda guerra al carbone e non è caduto per motivi che vanno al di là della disponibilità di carbone. Vorrei invece dimostrare che l'indirizzo stesso è contestabile sulla base delle attuali conoscenze della chimica e della logica dei sistemi naturali. Queste stesse considerazioni conducono ad auspicare l'introduzione nella ricerca di base dell'indirizzo naturalistico della chimica accanto a quello sintetico.

Tale scelta può contenere implicitamente la soluzione dei maggiori problemi che invece crea uno sviluppo industriale basato unicamente sull'indirizzo sintetico.

L'argomentazione più valida a favore di tale tesi si basa sulla schiacciante evidenza che un sistema biologico è dotato di eccezionali capacità di difesa nei confronti di agenti con i quali è venuto a contatto nel corso della sua evoluzione. I meccanismi dotati di tali capacità di difesa sono emersi come risultato di un processo di selezione sui sistemi biologici che oggi li posseggono. Esso si è svolto su una scala di tempi tale da rendere impensabile la possibilità che si attui nei confronti di nuovi composti chimici. Fanno eccezione solo i sistemi biologici più elementari come i microorganismi dotati di una velocità di riproduzione eccezionalmente elevata. Si tratta cioè di una specie di memoria evolutiva che consente di classificare la possibile azione di composti chimici nei confronti dei sistemi biologici. Non è detto che tale discriminazione coincida rigidamente con una netta distinzione fra composti non naturali e composti naturali se non in una prima approssimazione. Per esempio sono stati individuati enzimi, che fanno parte di un meccanismo protettivo nei confronti di alcuni idrocarburi aromatici, dotati di potente azione cancerogena nei confronti dei mammiferi.

La logica su esposta induce ad attribuire l'emergenza di tali enzimi alla esposizione a tali idrocarburi nel corso della loro storia evolutiva, pur non essendo questi dei composti naturali ma piuttosto prodotti di decomposizione pirolitica molto comuni.

Di contro si può verificare che sostanze naturali risultino molto nocive all'uomo nonostante tali sostanze abbiano un'origine biosintetica. È il caso di certi alcaloidi o di certi veleni naturali.

L'azione nociva o anche letale di queste sostanze è dovuta o a un loro uso troppo recente da parte dell'uomo o alla loro stessa funzione biologica aggressiva generalizzata nei confronti di una larga varietà di specie, compresa quella umana. Queste considerazioni servono a eliminare il rischio che la introduzione di una filosofia naturalistica nella ricerca di base assuma gli aspetti deteriori di un'ideologia che potrebbe portare all'adozione di presupposti altrettanto errati quanto quella della chimica di sintesi.

Si tratta invece di incrementare anche nella ricerca di base come già si verifica nella scienza fondamentale lo studio di modelli biologici che richiede fra l'altro una maggiore prospettiva e un atteggiamento interdisciplinare non solo da parte di ricercatori ma da parte del management industriale. È inoltre necessario sollecitare piuttosto che reprimere la ricerca fondamentale in quanto la motivazione conoscitiva e non strettamente utilitaristica può garantire il corretto atteggiamento in uno studio che si pone come obiettivo primario la comprensione di questi modelli per lasciarne poi alla ricerca applicata l'adozione nell'ambito di una ricerca che non può tenere conto di una gamma di fattori legati alla logica di una produzione industriale.

Alcuni esempi possono illustrare meglio questa nuova filosofia che per altro è cominciata a penetrare in qualcuna delle più avanzate organizzazioni di ricerca di qualche paese.

Molti dei consumi dei prodotti dell'industria chimica di sintesi vengono giustificati da esigenze inderogabili dell'uomo e della società moderna. Queste vanno

dalla richiesta di detergenti, di lubrificanti, di materiali impermeabili, di materiali dotati di proprietà meccaniche particolari, etc.

Queste esigenze sono presenti anche in sistemi o subsistemi naturali e vengono soddisfatte da sostanze e meccanismi biologici emersi da quel lungo processo di « trials and errors » che per la sua stessa natura e per la modalità con cui si è svolto ha fornito soluzioni ottimizzate anche rispetto a eventuali effetti collaterali nocivi allo stesso sistema biologico o a sistemi biologici operanti secondo principi comuni.

Molti animali superiori sono dotati di meccanismi di detergenza che cooperano alla loro sopravvivenza in quanto ne costituiscono una difesa igienica. Come sono costituiti i sistemi chimici alla base di tali meccanismi? È possibile una identificazione nei componenti più attivi e uno studio della loro biosintesi?

Molti congegni biologici sono dotati di meccanismi di lubrificazione. L'esempio più vistoso è quello del liquido sinoviale che si trova nelle articolazioni dove sono maggiori gli attriti. Perché non dare maggiore impulso e un'impostazione più generale alle ricerche in atto su questi sistemi?

I frutti e le foglie risolvono il problema di una perfetta impermeabilizzazione mediante una struttura biologica biodegradabile e non dotata in generale di alcuna azione tossica nei confronti di altri organismi superiori.

Sono già disponibili i risultati su costituenti chimici di tali strutture. Quali sono le regole dell'assemblage?

Infine i vari materiali caratterizzati dalla più svariata gamma di proprietà meccaniche di cui sono dotati molti sistemi biologici. Queste proprietà rappresentano l'optimum ideale e spesso irraggiungibile per molti materiali organici sintetici.

La corazza protettiva degli artropodi o le ossa dei mammiferi possono essere contrapposti con vantaggio ai vari materiali compositi che l'industria chimica cerca di realizzare sotto lo stretto condizionamento della strategia petrolchimica e d'altra parte presentano tutti i requisiti desiderabili ai fini ecologici.

Gli esempi di questo tipo sono molto più numerosi di quanto si possa immaginare per convincersi che l'attuale sviluppo dell'industria chimica e le sue possibili conseguenze nocive non sono affatto ineluttabili. Infine si potrebbe dire che, come la chimica di sintesi trovò la sua ispirazione in un'ideologia romantica, l'apparizione di una chimica dei sistemi biologici è in parte ancora contrastata da un vitalismo duro a morire che rifiuta una concezione autenticamente scientifica dell'uomo e dei suoi rapporti con la natura.