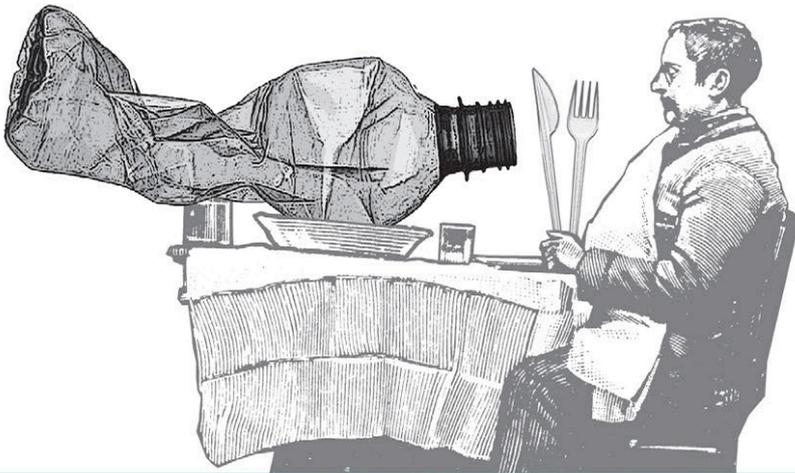




TERRAFUTURA

SILVIO GRECO

LA PLASTICA NEL PIATTO



QUANDO E COME SIAMO
DIVENTATI PLASTICOFAGI



TERRAFUTURA

Biblioteca Aurelio Peccei

COMITATO SCIENTIFICO

Gianfranco Bologna, Roberta Mazzanti,
Carlo Petrini, Andrea Pieroni,
Cinzia Scaffidi

Silvio Greco

La plastica nel piatto

Quando e come siamo diventati
plasticofagi

 **GIUNTI**

 Slow Food Editore

 **Università di Scienze
Gastronomiche di Pollenzo**
University of Gastronomic Sciences of Pollenzo

Volume raccomandato
dal WWF Italia



WWF Italia – ONG Onlus

Impaginazione e redazione: Marilena Giammarrusti e Salvatore Vitellino

www.giunti.it
editorinfo@slowfood.it – www.slowfoodeditore.it

© 2020 Giunti Editore S.p.A.
Via Bolognese 165, 50139 Firenze – Italia
Piazza Virgilio 4, 20123 Milano – Italia

© 2020 Slow Food Editore Srl
Via Audisio 5, 12042 Bra (CN) – Italia

ISBN: 9788809900349

Prima edizione digitale: gennaio 2020



PRO.DIGI GIUNTI
FESTINA LENTE

Prefazione

Quelli che stiamo vivendo sono anni di cambiamenti globali e stravolgimenti sociali. L'uomo sta sviluppando tassi di consumo sempre più elevati. La natura è minacciata da attacchi multipli, dalla distruzione degli habitat al prelievo eccessivo di risorse naturali, dalla cementificazione all'inquinamento. L'azione sinergica di questi fattori sta mettendo a serio rischio lo sviluppo sostenibile delle nostre società. I rifiuti delle attività umane stanno sommergendo il pianeta, invadono i mari, dalle coste agli abissi, alterando così ogni habitat e finendo per condizionare la nostra vita. Tutte le risorse indispensabili all'uomo, quali acqua, suolo e cibo, sono sempre più contaminate da plastiche di diverse natura e taglia. Cosa ancor più grave, questi impatti si sommano a quelli dei cambiamenti climatici aggravando le condizioni di salute di vasti ecosistemi della Terra.

La comunità internazionale, nella riunione dei G7 di Tsukuba del 2017, ha individuato tre priorità per la ricerca globale del prossimo decennio: la salute degli oceani, la propagazione di malattie e i big data. Per affrontare il problema della salute degli oceani il Consiglio dei ministri della ricerca dei G7 ha indicato come problema prioritario, anche perché più evidente, la spazzatura in mare. Essendo questa composta all'80% da plastica, il principale nemico

da combattere è facilmente identificato. Si può quindi dire, a ragione veduta, che la lotta alla plastica a livello globale sia cruciale per la difesa della natura nel prossimo decennio. Ma le battaglie non si vincono se non si conosce bene il nemico, e non si trovano soluzioni giuste senza solide basi scientifiche.

Questo libro fornisce un contributo essenziale e originale in questo senso. Ci spiega la storia della plastica, la sua composizione per arrivare ai problemi di smaltimento. L'impatto della plastica è ancora più rilevante in ambiente marino dove domina i rifiuti dai tropici ai poli, dalla superficie degli oceani agli abissi più profondi. Questo libro ci spiega con chiarezza, molti dati e numerosi esempi, come le plastiche diventino presto un cocktail di contaminanti che entra negli organismi marini per finire sulle nostre tavole con il cibo e, purtroppo, anche con l'acqua del rubinetto.

L'esperienza dell'Autore, profondo conoscitore della vita marina, delle sue risorse, della pesca e della cucina, gli permette di compiere un excursus unico nel panorama della letteratura scientifico-divulgativa italiana, formulando proposte concrete e convincenti.

Tutte le più grandi potenze economiche si stanno impegnando per contrastare questa deriva tossica del nostro benessere, ma molta della plastica che finisce in mare viene da paesi terzi che, troppo impegnati a perseguire il loro sviluppo, ritengono forse secondario il problema. I grandi della Terra hanno quindi una doppia responsabilità, poiché devono puntare a strategie globali per sostituire completamente l'utilizzo della plastica monouso.

Non possiamo voltare la testa dall'altra parte e accontentarci di fare qualcosa solo a casa nostra. Per questo motivo il libro di Silvestro (Silvio) Greco, *La plastica nel piatto*,

merita la massima attenzione. Da queste pagine emerge con chiarezza che la plastica è un problema reale, che sta condizionando la nostra società. Si tratta di un problema complesso ma che abbiamo il dovere di affrontare con comportamenti diversi, sia degli individui che delle istituzioni, se vogliamo migliorare la nostra vita.

L'auspicio di Greco, attraverso le sue analisi, è che ci si indirizzi verso uno «sviluppo autenticamente sostenibile», ma per farlo dobbiamo affrontare e vincere numerose battaglie, di cui quella contro la plastica è prioritaria, senza dimenticare che per quanto grandi siano le minacce c'è ancora spazio per rimediare ai nostri errori del passato.

Roberto Danovaro
Presidente della Stazione Zoologica Anton Dohrn
Istituto nazionale di Biologia, Ecologia e
Biotecnologie marine

CAPITOLO 1

Di cosa parliamo
quando parliamo
di plastica

BREVE STORIA DI UN MATERIALE RIVOLUZIONARIO

La plastica è praticamente ovunque. E non nel senso a cui la cronaca di tutti i giorni ci ha tristemente abituati, con i problemi di smaltimento, l'emergenza dell'«usa e getta», e le isole di plastica negli oceani. È così fondamentale oggi nella nostra quotidianità che la diamo per scontata senza renderci conto della sua pervasività. Le materie plastiche trovano applicazioni in tutti i settori: sono prodotti plastici sofisticati le anche protesiche, le articolazioni del ginocchio, gli stent cardiaci. Sono di materiale plastico i cd, i computer, gli hard disk portatili e quasi tutti gli oggetti di uso domestico. Il grande successo della plastica in numerose e varie applicazioni industriali è dato dall'enorme gamma di proprietà mostrate e dalla sua notevole facilità di lavorazione.

Gli addetti ai lavori, con semplici reazioni chimiche, possono adattare il complesso chimico di partenza a specifici bisogni solamente variando la composizione atomica della struttura principale (monomero), o i pesi molecolari, o modificando le ramificazioni delle catene. Ne risultano prodotti più o meno flessibili oppure con diversi gradi di cristallinità, che con l'aggiunta di diversi additivi possono essere più o meno morbidi, sembrare fibrosi, colorati o trasparenti e tanto altro ancora. Parimenti a un sarto o a un mosaicista, la

chimica della plastica sorprende per la grande varietà di prodotti finali ottenuti con passaggi relativamente semplici.

L'avvento di questi materiali sintetici, prima d'allora inesistenti in natura, risale alla fine dell'Ottocento e non è stato un processo semplice. Molta confusione ha contornato i primi esperimenti e le prime definizioni. A cominciare dal nome «plastica».

Oggi il termine è di uso comune, e designa i suoi oggetti con una correlazione diretta, sebbene al fondo errata. Seguire l'evoluzione della parola con cui si indica questo materiale evidenzia la difficoltà a capire questo mondo sintetico comparso di recente. Al tempo del suo esordio sono stati fallimentari i tentativi di dargli nomi commerciali. Per un uomo di fine Ottocento, inizi Novecento, il termine «plastica» indicava il processo manifatturiero industriale di produzione di un materiale che poteva essere plasmato e prendeva facilmente ogni forma. Ma ancora non si chiamava «plastica». Tale nome entra nel dizionario industriale solo nel 1925, indicando proprio «una classe commerciale di sostanze lavorate in diverse forme per vari usi, plasmate o messe sotto pressione quando sono in condizione plastica».

Da qui la confusione che ancora aleggia intorno alla reale natura dell'oggetto plastico, soprattutto quando è nella fase del riciclaggio. Perché parlare indistintamente di plastica, riferendosi a celluloidi, polistirolo, PVC è come equiparare ferro, acciaio, rame e piombo pretendendo di indicare lo stesso materiale. Per questo alla fine del libro abbiamo inserito un'Appendice che descrive e spiega tutti i componenti della famiglia allargata della plastica.

Con il termine «plastica» si indicano oggi genericamente migliaia di materiali sostanzialmente non naturali provenienti da lavorazione industriale. Una grande gamma di materiali che i tecnici, i chimici, gli industriali chiamano con nomi specifici che declinano il composto chimico di base – «poli-

mero sintetico» – e le sue caratteristiche. La natura è piena di polimeri, cioè strutture articolate della materia che replicano molte volte una molecola di base (monomero). E di polimeri naturali l'uomo ne ha sempre fatto largo uso, li ha saputi utilizzare fin dall'alba dell'umanità proprio per la capacità di questi materiali di essere facilmente lavorati. Le ossa, le corna di animale e l'avorio, le conchiglie, il legno e le fibre vegetali, le unghie, il caucciù, l'ambra, la seta, i peli di animali sono tutti polimeri naturali come anche il DNA, i carboidrati, le proteine e i grassi. Seppure onnipresenti i polimeri naturali hanno un problema di approvvigionamento: vanno raccolti in natura, oppure ricercati con la caccia e prelevati da animali. Soprattutto sono soggetti alla «dittatura della natura»: possono scarseggiare o essere stagionali, non essere sempre a disposizione, necessitano una lavorazione talvolta lunga per poter godere dei benefici del prodotto finale. Si possono rompere con facilità, si danneggiano, invecchiano nel tempo, si alterano, si consumano e devono essere rimpiazzati, ma sono stati sempre utilizzati in ogni angolo del mondo. Curiosa è la descrizione nelle cronache di viaggio di Cristoforo Colombo quando racconta dei nativi di Haiti che giocano con palle ricavate da un materiale ottenuto da un albero: la gomma naturale.

La nascita della plastica come la intendiamo noi arriva dopo un lungo percorso di esperimenti di laboratorio avvenuti nell'Ottocento sotto la spinta di interessi industriali, curiosità scientifiche di singoli inventori e lo sviluppo di un nuovo indirizzo preso dalla chimica. Questa concomitanza di circostanze subisce un'accelerazione grazie alle nuove scoperte tecnologiche.

Charles Goodyear fu tra i primi a mischiare la gomma naturale con diverse sostanze come lo zolfo e a scoprire che questo composto riscaldato aumentava le proprie doti di

elasticità e resistenza. Anche le prime emulsioni chimiche per le fotografie hanno un grandissimo balzo in avanti grazie all'uso del collodio. È proprio quest'ultimo che affascina Alexander Parkes, un prolifico inventore di Birmingham. I primi esperimenti che fece erano indirizzati a trovare una soluzione alle fragili lastre di vetro usate nella fotografia degli esordi. Il nitrato di cellulosa era stato appena creato e, mischiato con etere e alcol, formava il collodio. Trasparente, il collodio assomigliava a una pellicola e veniva usato per coprire le ferite oppure, unito a colori, come smalto per le unghie. Parkes, notando la modellabilità del collodio, prese il nitrato di cellulosa sotto forma di fibra di cotone o farina di legno, la sciolse in acido nitrico e solforico, mescolò il tutto con oli vegetali e la nafta di legno. Ne uscì un impasto che poteva essere modellabile in qualsiasi forma. Era il 1856 e nacque così la Parkesina, il primo tipo di plastica non ancora del tutto sintetica. Era appena iniziata la lunga strada verso un nuovo materiale mai apparso precedentemente nella storia.

Rispetto alle immagini quotidiane, sembrerà strano raccontare che i primi polimeri sintetici nascono per rimediare alle carenze di risorse naturali, ai disastri ambientali e alle tensioni sociali. Come abbiamo già visto il rapporto dell'uomo con i polimeri naturali risale all'alba della storia ma essendo materiali naturali avevano una grande pecca, ossia la scarsa reperibilità e l'alto costo di raccolta e trasformazione. La difficoltà di reperimento determinava il fatto che molte materie prime erano di grande pregio e a causa del loro elevato valore erano disponibili esclusivamente a famiglie ricche e agiate. Alle classi più abbienti andavano per esempio i bottoni in corno, di madreperla, di conchiglie e metalli preziosi, mentre per i ceti più poveri era un lusso avere i bottoni di legno. Discorso analogo si può fare per gli elegantissimi pettinini e pinzette per i capelli usati dalle si-

gnore dell'alta borghesia industriale che ormai dominava la scena sociale in Europa e negli Stati Uniti. Dopo l'avvento della parkesina, imprenditori e industriali cominciano a intuirne le potenzialità per l'uso quotidiano e di conseguenza la ricerca in chimica si fa più intensa. Ma come tutte le grandi invenzioni umane, anche la plastica non arriva per caso, né all'improvviso: il momento della sua apparizione nella storia, che in pochi anni farà la differenza, è preparato da un humus culturale e da una serie di eventi non casuali. Nella seconda metà dell'Ottocento il modello produttivo derivante dalla rivoluzione industriale si è ormai imposto definitivamente in tutto il mondo occidentale. Il Positivismo, la corrente filosofica predominante nella borghesia industriale europea e nordamericana, permeava con le sue idee la politica e l'establishment economico mondiale, anche grazie all'espansione coloniale. E la fiducia nella scienza sperimentale si stava imponendo a ogni latitudine, mentre la tecnica, filiazione pratica della scienza, era considerata come unica via del progresso umano.

La crescita della nuova classe della borghesia industriale, il desiderio di ostentazione e affermazione sociale che ne conseguiva, producevano nuovi vizi, vezzi e status symbol che richiedevano l'approvvigionamento massiccio di materiali preziosi come l'avorio, l'ambra, legni pregiati che provenivano spesso dai territori delle colonie. Ecco perché deforestazioni, abbattimenti indiscriminati di animali, estrazione di materie prime erano le motivazioni alla base delle prime rivolte dei popoli colonizzati. Presto la depredazione di alcune risorse naturali diventa drammatica. Negli anni Sessanta del XIX secolo venne pubblicato sui giornali l'allarme per l'imminente estinzione degli elefanti. La fame di avorio, da sempre usato per molti oggetti dai pianoforti agli attrezzi per la toeletta femminile, subì un'impennata notevole quando nelle ricche famiglie borghesi si

diffuse il gioco del biliardo. La domanda sempre crescente di zanne di elefanti portò la popolazione di questi pachidermi quasi al collasso e fece schizzare alle stelle il prezzo dell'avorio. Proprio per sopperire a questa carenza, nel 1863 un produttore di biliardi di New York bandì un concorso offrendo un premio di 10.000 dollari, cifra da capogiro per quegli anni, destinati a chi avesse inventato un materiale nuovo in grado di sostituire l'avorio per le palle da biliardo. I produttori avevano provato a usare le palle da biliardo ottenute dalla parkesina ma non erano perfette e si rovinavano con gli urti. Al concorso rispose anche John Wesley Hyatt, un tipografo allora ventiseienne con la passione per la chimica. Questi, aiutato dal fratello, dopo anni di tentativi mescolò nitrocellulosa e canfora e ottenne così, nel 1870, la celluloides, la vera prima invenzione polimerica a cambiare le sorti dell'umanità.

Negli anni successivi, la celluloides è stata la manna d'imprenditori di vari settori, da quello dentale per arrivare fino alla neonata industria cinematografica. Rispetto a oggetti di vetro, legno e metallo, con i loro limiti naturali di reperimento e deteriorabilità, oltre al costo insostenibile, la celluloides aveva il pregio di essere economica e quasi indistruttibile. Jeffrey Meikle, autore del libro *American plastic: A Cultural History*, coglie la rivoluzione culturale della celluloides in pochissime parole: «Sostituendo materiali difficili da trovare o costosi da lavorare, la celluloides ha democratizzato una serie di beni per una classe media in espansione orientata al consumo». La possibilità di produrre a poco oggetti di largo consumo getta le basi per il primissimo mercato di massa. Ma per molto tempo, da parte dei ceti sociali alti, la celluloides, nata come «avorio artificiale», fu considerata come sinonimo di falsificazione, prodotto di second'ordine atto solo a imitare la natura, nulla di veramente bello.

Per arrivare al primo polimero totalmente sintetico si deve attendere il 1907. E anche in questo caso di necessità si è fatto virtù. È il periodo dell'esplosione del settore elettrico domestico e urbano e come isolante sino a quel momento si usava la gommalacca da una resina naturale a base di sostanze idrocarburiche dette terpeni, ricavate dalle secrezioni della femmina della cocciniglia della lacca. La domanda di materiale isolante ebbe un'impennata vertiginosa, la produzione animale della resina era insufficiente a soddisfarla, il bene cominciò a scarseggiare e di conseguenza il prezzo schizzò alle stelle. A interessarsi a un materiale che avesse miglior resa isolante nei circuiti elettrici e nelle celle elettrolitiche fu Leo Baekeland, un chimico belga trapiantato negli Stati Uniti che combinò formaldeide e fenolo, fornito dalla raffinazione del petrolio. Questa miscela venne cotta sotto pressione. Il risultato non fu immediato. Baekeland provò e riprovò, passando per inutili tentativi, fallimenti ed esplosioni in laboratorio. Alla fine ottenne una resina densa e plasmabile: la bachelite, un polimero termoidurente totalmente sintetico. Per la prima volta compare nel mondo la plastica, nel significato più vicino a come la intendiamo noi oggi. Le applicazioni industriali di questo materiale hanno ben presto delle ricadute impressionanti e senza limiti sul mercato: dalle piccole cose di tutti i giorni, come pettini, bottoni, scatoline, penne, a elettrodomestici come la radio, alla nascente industria dell'automobile, dove verrà usata per volanti, manopole e altri componenti. La novità più interessante è che questa plastica si basa su derivati del petrolio. I pozzi di petrolio divennero un affare solo dopo l'invenzione del motore a scoppio nel 1853. Prima «l'oro nero» aveva scarsi utilizzi, forniva principalmente l'olio per le lampade. Solo con l'ascesa della plastica quella miniera di sottoprodotti di composti organici, prima sprecati, trovano un'infinità di nuove applicazioni.

A ogni modo, la nascita della bachelite segna l'anno zero della plastica: da allora è cresciuta rapidamente in quantità e settori di utilizzo ed è diventata una parte indispensabile della vita quotidiana del mondo industrializzato, e oggi anche di quello in via di sviluppo. In un arco di tempo corrispondente a circa mezzo secolo, la crescita esponenziale della plastica e dell'uso della gomma testimonia la versatilità, le alte prestazioni e l'economicità dei polimeri come classe di materiali. Dopo il regno minerale, vegetale e animale, completamente naturali e presenti da quasi cinque miliardi di anni, arriva di fatto il quarto regno. Non a caso il premio Nobel per la Chimica del 1974 Paul John Flory ha definito la plastica come «Il materiale che la natura si è dimenticata di creare».

Mancava un ultimo tassello che decretasse la fortuna e l'affermazione definitiva della plastica, e fu l'uso sempre più massiccio dei prodotti della raffinazione del petrolio. In pratica un portato dell'industria dell'automobile in espansione e della crescente domanda di petrolio, fu l'enorme disponibilità dei derivati e scarti della raffinazione del greggio quali prodotti base della plastica. La chimica applicata ai derivati del petrolio divenne la regina dell'industria tra gli anni Venti e Trenta del Novecento: nasceva così il settore petrolchimico, destinato a diventare colosso portante dell'economia mondiale. Tutte le attuali imprese petrolchimiche vengono fondate in quel periodo: Dow Chemical, DuPont, ExxonMobil, Basf, Total Petrochemicals. Quegli scarti trovarono applicazione in nuovi polimeri via via sempre più numerosi. Il gas etilene fu la base per il polietilene, la plastica per gli imballaggi per antonomasia. Il propilene divenne polipropilene per contenitori alimentari. Scoperto in Italia nel 1954 da Giulio Natta, per il quale vinse il premio Nobel, il polipropilene divenne famoso nelle case italiane con il nome di Moplen.

LA STORIA DELLA PLASTICA IN 7 DATE

NOME	ANNO	USO
Parkesina	1856	Manici, scatole e colletti di camicie
Celluloide	1870	Palle da biliardo, pellicole
Bachelite	1907	Polveri da stampaggio, apparecchi telefonici, palle da biliardo, cruscotti e bigiotteria
PVC	1931	Tende doccia, finta pelle, materiali per edilizia
Nylon	1938	Collant, costumi da bagno, abbigliamento sportivo, arredamento
Plexiglas	1938	Finestre, lenti intraoculari per la cataratta, fibre ottiche
Polipropilene	1954	Recipienti, scolapasta, cruscotti degli autoveicoli, paraurti, tappi delle bottiglie di plastica, tappeti, moquette

Fu proprio dopo la fine della seconda guerra mondiale che si verificò il vero boom commerciale della plastica, e coincise con la conversione di certi materiali dell'industria bellica, che di plastica fece ampio uso, in materiali di largo consumo.

Un caso esemplare e che ha fatto storia è stato quello dei collant di nylon, apparsi sul mercato nel 1940 per sostituire le calze di seta inaccessibili economicamente. All'epoca era in corso l'embargo degli Stati Uniti verso il Giappone, e le donne americane compravano in media otto paia di calze all'anno, arricchendo il mercato della seta giapponese con un giro di affari di 70 milioni di dollari. La Dupont, produttrice del nylon, fibra sintetica usata allora per realizzare i paracaduti militari, ebbe l'ispirazione commerciale andando a rifornire i produttori di collant privati della seta giapponese. Il 15 maggio 1940 il primo paio di calze di nylon fu venduto ufficialmente. Nei primi quattro giorni ne vennero venduti 4 milioni di paia e divenne un capo dell'intimo femminile molto economico.

Dal dopoguerra a oggi la plastica ha impattato la società più di ogni altro materiale nella storia ed è entrata nel nostro immaginario per quell'idea d'infinita possibilità prima impensabili, tanto che la plastica ha cominciato a sostituire tutto e a inventare nuovissimi oggetti mai apparsi prima nella vita delle persone. In pratica è presente ovunque, in elettrodomestici, giochi, vestiti, macchine, contenitori per il cibo, macchinari e mezzi per l'agricoltura e per il commercio, negli arredamenti delle case e nelle suppellettili da cucina. Data la pervasività dei suoi utilizzi, la produzione della plastica crebbe sempre di più fino a sovrastare definitivamente quella dell'acciaio nel 1979.

Quali saranno le conseguenze di questo eccesso di produzione per l'ambiente, l'alimentazione e la salute umana lo vedremo nei prossimi capitoli.

PROPRIETÀ DELLA PLASTICA E SUO SMALTIMENTO

Abbiamo già visto che i polimeri sono presenti in natura. I polimeri semi-sintetici e sintetici sono, come quelli naturali, macromolecole a catena lunga che si ripetono nello spazio. Vengono preparati mettendo insieme una serie di molecole a basso peso molecolare* di base, il monomero, che si ripetono quindi nello spazio strutturando così lo scheletro della catena da formare.

Le proprietà del polimero finale dipenderanno dalle caratteristiche chimiche del monomero iniziale. Anche la struttura delle catene che si formano dipende da come si

* Il peso molecolare o massa molecolare è la somma delle masse atomiche degli atomi che costituiscono la molecola. Per determinarla si moltiplica la massa atomica di ciascun elemento per il numero di atomi di quell'elemento nella molecola e poi si sommano le masse per ciascun elemento presente. Per esempio la massa molecolare dell'acqua (H_2O) è la somma di due masse atomiche di idrogeno (1,00794 u) e una di ossigeno (15,9994 u); quindi $2 \times 1,00794 \text{ u} + 15,9994 \text{ u} = 18,01528 \text{ u}$.

compongono fra loro le molecole di base. Se il monomero si ripete sempre uguale nello spazio ne risulta un «omopolimero». Contrariamente, se i monomeri di base sono diversi, avremo un «co-polimero».

Il polimero può assumere una struttura casuale, non ordinata, pertanto si dirà «polimero amorfo». Un esempio di polimero amorfo è il polistirolo. Se, al contrario, la struttura della spina dorsale del polimero risulta regolare e ordinata si dirà cristallina o semicristallina, come per esempio sono polietilene e polipropilene.

Il polietilene è un omo-polimero, perché ripete nello spazio il monomero di base dell'etilene, costituito da 2 atomi di carbonio e 4 di idrogeno. Sostituendo uno o più atomi di idrogeno legati al carbonio con un elemento diverso o con altre molecole complesse, le possibilità di creare nuovi prodotti sono immense. Come appunto è immensa la lista di prodotti polimerici. Nella struttura portante formata da carbonio e idrogeno risiede il successo delle plastiche. Essendo originati da idrocarburi derivati dalla raffinazione del petrolio ne conservano la grande stabilità chimica. La sostituzione di elementi con altri e la nuova molecola di base che ne deriva, generano prodotti che possono assumere diverse forme e complessità e si possono suddividere nelle tre macro categorie di fibra, gomma e resine. Altra suddivisione delle plastiche è quella che le distingue in termoplastiche e materiali termoindurenti.

Le termoplastiche si plasmano con il calore e quando si raffreddano assumono diverse forme. Se si sottopongono ad alte temperature in un secondo tempo, possono essere lavorate nuovamente per formare altri prodotti. Questa capacità di essere rilavorati dipende dal fatto che i materiali termoplastici non sono reticolati, ossia non hanno uno sviluppo spaziale tridimensionale, ma rimangono lineari. Al contrario, i materiali termoindurenti hanno tutte le catene

di molecole legate insieme quasi a formare una rete nello spazio, appunto sono «reticolati». Questa conformazione li rende estremamente stabili e non possono essere rielaborati in nuovi oggetti se scaldati. Moltissimi oggetti plastici di uso comune sono termoindurenti, come la bakelite, gli interruttori elettrici, i manici di pentolame, gli apparati radio e la maggior parte degli elettrodomestici.

A questa categorizzazione si aggiungono gli elastomeri che hanno le proprietà elastiche, classiche della gomma, e possono riassumere la forma originale anche dopo forti deformazioni.

L'inconveniente più grande dei polimeri derivanti da idrocarburi è che il loro degrado è molto lento e inquinante. Questo aspetto aggrava enormemente il problema dei rifiuti solidi e dei derivati dal petrolio. Per tale ragione si è sviluppata negli ultimi anni una nuova branca della chimica che studia i polimeri di origine naturale e cerca di capire come riciclaggio e biodegradazione possano ridurre gli scarti dando nuova vita e forma a oggetti altrimenti destinati alle discariche.

Ma anche la tanto decantata «bioplastica» non è certo la panacea di tutti i mali. Lo stesso termine porta con sé significati ambigui, spesso con distinzioni non chiare al pubblico e legate a definizioni derivanti da brevetti. Pertanto il consenso della terminologia non è sempre universale. «Degradabile», «biodegradabile», «bio-based» (da fonti rinnovabili biologiche), «compostabile» e «biopolimero» sembrano avere significati multipli e sovrapposti. A farne le spese sono l'ambiente e il consumatore finale. Facciamo un po' di chiarezza.

«Degradabile» è un termine generico applicato ai polimeri o materie plastiche che si disintegrano con vari processi, compresa la disintegrazione fisica, la degradazione chimica e biodegradazione con meccanismi biologici. Un polimero può essere degradabile ma non biodegradabile.

«Biodegradabile», è un aggettivo applicato a polimeri che si degradano sotto l'azione di microrganismi (batteri o funghi) e gas naturali. L'esito di questo processo varia molto in base a diversi parametri ambientali come il clima, la natura del suolo, la temperatura, la presenza di ossigeno o microrganismi. Normalmente per «biodegradabile» s'intende un materiale che può essere degradato microbiologicamente e i cui prodotti finali risultano essere anidride carbonica e acqua. La biodegradazione dovrebbe essere distinta dalla disintegrazione in cui il materiale viene triturato in piccoli pezzi di dimensioni millimetriche.

Quando la fonte della materia prima proviene da una base biologica la plastica è definita «Bio-based», letteralmente «derivante da biomassa». Tali materiali possono essere quindi prodotti da scarti dell'agricoltura, commerciale o industriale, possono essere ricavati da alimenti o mangimi, da scarti della silvicoltura, scarti vegetali o animali (da ossa, ritagli di carne, scarti della macellazione). Tecnicamente un polimero a base biologica non è di per sé un polimero sostenibile, perché per arrivare a tale status bisogna considerare anche i suoi processi di produzione. Inoltre non tutti i polimeri a base biologica sono biodegradabili (per esempio, polietilene a base biologica o poliammide, come vedremo più avanti) e non tutti i polimeri biodegradabili sono a base biologica.

Per polimero «compostabile» s'intende una plastica che è in grado di subire decomposizione biologica in un sito di compostaggio, ma deve soddisfare almeno tre condizioni: alla fine del processo non deve risultare visivamente distinguibile e deve ridursi in anidride carbonica, acqua, composti inorganici e biomassa; tale decomposizione deve avvenire a una velocità compatibile con materiali compostabili noti (per esempio, cellulosa); e inoltre non deve rilasciare residui tossici.

La differenza tra i polimeri biodegradabili e i polimeri compostabili è determinata dalla velocità di biodegradazione, disintegrazione e tossicità. Tutti i polimeri compostabili sono biodegradabili, ma non viceversa.

Pertanto un modo corretto per definire i biopolimeri deve far riferimento alla fonte delle materie prime e alla biodegradabilità del polimero. Ne risultano quindi tre tipologie. I primi sono i biopolimeri ottenuti da materie prime rinnovabili a base biologica, quindi compostabili e biodegradabili. Sono prodotti da sistemi biologici (microrganismi, piante e animali) o sintetizzati chimicamente da una base biologica (per esempio mais, zucchero, amido, e altri vegetali). Tra questi si trovano polimeri sintetici da risorse rinnovabili, come il polilattide (PLA), biopolimeri prodotti da batteri, come i poli-idrossialcanoati (PHA), e biopolimeri naturali, come amido o proteine. Questo genere di materie plastiche trovano ampio utilizzo negli imballaggi alimentari, borse per la spesa, fibre e applicazioni agricole, tutte accomunate da una vita funzionale relativamente breve.

La seconda tipologia di biopolimeri è quella ottenuta sempre da materie prime rinnovabili a base biologica ma non biodegradabili. Tra questi ci sono poliammidi specifici da olio di ricino, poliesteri specifici a base di bioetanolo (per esempio dalla canna da zucchero) oltre a biopolimeri come la gomma naturale o l'ambra.

L'ultima tipologia è quella dei biopolimeri ottenuti da combustibili fossili e biodegradabili, per esempio i copolimeri alifatici-aromatici sono almeno in parte polimeri a base di combustibili fossili ma possono essere degradati da microrganismi. Le applicazioni spaziano dalle pellicole per imballaggio alimentare, alla miscela per la produzione di prodotti di imballaggio compostabili a base di carta, posate, cannucce, e coperchi per il confezionamento di frutta e verdura.

Bibliografia

- Fenichell Stephen, «*Plastic. The making of a Synthetic Century*», Harper business, New York 1996.
- Meikle Jeffrey L., *American Plastic: A Cultural History*, Rutgers University Press, New Brunswick, N.J. 1995.
- Modern Plastics Handbook*, a cura di Charles A. Harper, McGraw-Hill, New York 2000.
- Mohee R., Unmar G.D., Mudhoo A., Khadoo P., *Biodegradability of biodegradable/degradable plastic materials under aerobic and anaerobic conditions*, «Waste Manag.» 2008; 28(9):1624-9.
- Niaounakis Michael, *Biopolymers: Reuse, Recycling and Disposal*, William Andrew publishing 2013.
- van den Oever Martien, Molenveld Karin, van der Zee Maarten, Bos Harriette, *Bio-based and biodegradable plastic - Facts and Figures*, «Wageningen Food & Biobased Research» n. 1722, aprile 2017; doi: <http://dx.doi.org/10.18174/408350>.