

# LA CHIMICA CIRCOLARE DAL PASSATO AL FUTURO

LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE HA COSTRETTO I CHIMICI A IMPEGNARSI NELLA CHIMICA CIRCOLARE PER IL RIUSO DEGLI SCARTI DEI PROCESSI, PROPRIO A CAUSA DEI DANNI E DEI DISAGI AMBIENTALI CHE ALCUNE SOSTANZE DI SCARTO GENERAVANO. L'ECONOMIA CIRCOLARE È POSSIBILE SE SI ACCETTA CHE NON È POSSIBILE UN PROCESSO "ZERO RIFIUTI" O "ZERO ENERGIA".

In qualsiasi processo o reazione chimica, al fianco delle materie utili, si formano sempre altre sostanze gassose, liquide e solide che rappresentano residui o scorie o rifiuti e che devono essere messi "da qualche parte". All'inizio della rivoluzione chimica questi rifiuti venivano scaricati nell'aria, nelle acque o sul suolo; se si trattava di sostanze puzzolenti o dannose la loro immissione nell'ambiente provocava la protesta delle popolazioni e delle autorità. Da qui l'interesse per cercare di evitare i danni ricavando dai rifiuti qualcosa di utile.

Uno dei primi esempi si è avuto all'alba dell'industria chimica. Nelle fabbriche che producevano acido solforico per reazione dello zolfo e del costoso salnitro nelle camere di piombo, gran parte degli ossidi di azoto che si liberavano nella reazione andavano perduti nell'aria, con effetti inquinanti. Gay-Lussac (1827) propose di recuperare in una torre i gas nitrosi per rimetterli in ciclo, rendendo molto più "economico" (anche in termini di soldi) il processo.

## Le "materie seconde", processi messi a punto già nell'Ottocento

L'acido solforico era necessario per produrre la soda artificiale, l'agente lavante che sostituiva la soda ricavata dalle ceneri delle piante e delle alghe. Leblanc (1793) aveva messo a punto un processo che cominciava con il trattamento del sale con acido solforico e liberazione di acido cloridrico, per decenni scaricato nell'atmosfera con danni alla salute e alle coltivazioni. Il solfato di sodio veniva poi trattato con calce e carbone; insieme al carbonato di sodio si formava un fango di solfuro di calcio che era lasciato in discariche all'aria aperta da cui si liberava idrogeno solforato puzzolente e nocivo. Le proteste popolari hanno costretto il Parlamento britannico a emanare l'*Alkali*

*Act* del 1863, che imponeva alle fabbriche di soda di evitare le emissioni inquinanti. Dapprima gli imprenditori furono costretti a raccogliere l'acido cloridrico in acqua entro dei barili, fino a quando Weldon (1873) inventò un processo per trasformare l'acido cloridrico in cloro, la nuova merce che cominciò la sua marcia trionfale (e controversa) nell'industria. L'acido cloridrico diventava così "materia seconda" per un altro ciclo produttivo. L'inquinamento dovuto ai fanghi di solfuro di calcio fu risolto da Claus (1882) con un processo in grado di usarli come "materia seconda" per un ciclo che, mediante ossidazione, consentiva di recuperare anidride solforosa da usare per la produzione di acido solforico, una delle materie prime dello stesso processo Leblanc.

Comunque i due processi arrivarono tardi perché nel frattempo Solvay (1864) aveva inventato un altro processo che produceva il carbonato di sodio con un rifiuto costituito da cloruro di calcio, ingombrante e scomodo da smaltire, ma meno dannoso dei rifiuti del processo Leblanc, e per il quale fu trovato un impiego nello spargimento sulle strade per ritardare la formazione del ghiaccio dalla neve.

La distillazione secca del carbone fossile ha messo a disposizione delle città il gas illuminante (1801) e quindi la luce artificiale. Prima di essere immesso nelle reti di distribuzione il gas veniva lavato per eliminare l'ammoniaca, un contaminante corrosivo difficile da smaltire fino a quando si è scoperto che, trattandola con acido solforico, se ne poteva ricavare un utile concime artificiale azotato (1870).

I vapori che si formavano insieme al gas illuminante venivano condensati in acqua e formavano un residuo catramoso, dapprima buttato via e inquinante. È diventato una materia seconda quando è stato inventato un processo di distillazione del catrame (1785)



FOTO: ARCH- NUTLEY HISTORICAL SOCIETY

che forniva varie frazioni di interesse commerciale; i liquidi più volatili sono stati impiegati come solventi per la gomma (1818) e come sostanze adatte ad essere trasformate in coloranti sintetici (1856), esplosivi (1863), medicinali. La frazione dell'olio di creosoto si è rivelata utile per impermeabilizzare il legno (1838) e in particolare le traversine ferroviarie (1849); la frazione residua conteneva molecole aromatiche utili per sintesi organiche e, alla fine, si prestava per rendere meno polverose le strade.

## Chimica circolare anche dall'industria agroalimentare

Anche molti rifiuti o scarti dell'industria agroalimentare sono stati trasformati in merci utili mediante processi chimici. Si possono ricordare la produzione di concimi fosfatici per trattamento con acido solforico delle ossa che residuano nei macelli (1840) o l'estrazione delle



FOTO: PAUL RAPHAELSON

essenze dalle bucce di agrumi residue della produzione di acido citrico. Il melasso, il residuo dell'estrazione dello zucchero dalle barbabietole, contiene ancora circa il 15 % dello zucchero iniziale della barbabietola ed è stato originariamente buttato via o usato come mangime. Steffen negli Stati Uniti (1883) e Battistoni in Italia (1906) hanno scoperto che lo zucchero può essere estratto diluendo il melasso con acqua e aggiungendo alla soluzione idrato di calcio o di bario; si formano i rispettivi "saccarati" che sono poi filtrati, sospesi in acqua, decomposti con anidride carbonica; dalla filtrazione dei carbonati insolubili si ottiene una soluzione di zucchero.

Un altro esempio di "chimica circolare" è offerto dal recupero di olio dalle sanse, il residuo che si forma dopo la spremitura dell'olio dalle olive e che contiene ancora circa il 10-15 % dell'olio originale. In un primo tempo le sanse venivano buttate via, bruciate o disperse nel terreno.

Dal 1870 l'olio è stato estratto dalle sanse dapprima col solfuro di carbonio, poi con il meno pericoloso esano; l'olio di sansa, impiegato originariamente per la produzione di sapone, è stato ottenuto anche di qualità adatta all'uso alimentare. Se si pensa che della biomassa vegetale e animale prodotta dall'agricoltura e dalla zootecnica, dell'ordine di alcuni miliardi di tonnellate all'anno nel mondo, circa due terzi sono costituiti da residui che al più ritornano nel terreno, si vede che siamo di fronte a grandissime quantità di materia organica trasformabile in merci utili con tecniche microbiologiche e chimiche, in parte già note e abbandonate per la concorrenza dei processi che producono le stesse merci partendo dal petrolio.

Più difficile il recupero di materie utili presenti in piccole quantità in rifiuti complessi, come quelli delle apparecchiature elettroniche, contenenti oro, platino, metalli delle terre rare, cobalto eccetera. In generale si procede

all'incenerimento dei supporti solidi e alla successiva rifusione e separazione dei vari elementi presenti con raffinate tecniche chimiche di frazionamento.

I progressi dell'economia circolare dipendono dallo sviluppo di una chimica analitica dei rifiuti, un capitolo forse poco attraente, ma di certo molto promettente; del resto gli stessi processi di recupero di materie utili dai rifiuti hanno contribuito al progresso di molte conoscenze chimiche.

## La rifiutologia, una nuova disciplina?

L'economia circolare permette di diminuire sprechi (di materia e di denaro) e di evitare danni ambientali, ma sotto due vincoli. Il primo è che qualsiasi passo avanti verso la chiusura di qualche ciclo produttivo non porta a "zero rifiuti", perché anche i processi virtuosi generano scorie, pur differenti dai rifiuti trattati; il secondo vincolo è che qualsiasi azione di economia circolare è resa possibile dall'impiego di energia che a sua volta si ottiene generando scorie e rifiuti. Purtroppo la natura non dà niente gratis. Siamo di fronte a un capitolo della chimica che ha lontane radici ed è destinato a continua espansione e innovazione; una volta per ridere dissi che un capitolo della mia disciplina, la merceologia, avrebbe dovuto occuparsi di ... "rifiutologia", ma forse non scherzavo neanche tanto.

### Giorgio Nebbia

Professore emerito di Merceologia  
Università di Bari

