

CHIMICA & LIMITI DELLE RISORSE



Giorgio Nebbia
Professore emerito
di Merceologia
Università di Bari
nebbia@quipo.it

PRODUZIONE DI MERCI A MEZZO DI NATURA

La produzione delle merci impoverisce le riserve di risorse naturali e ne peggiora la qualità attraverso l'immissione di rifiuti. Il peggioramento della natura può essere attenuato soltanto diminuendo la massa dei materiali coinvolti nel ciclo natura-merci-natura. È questa la conclusione delle molte proposte di porre dei limiti alla crescita, basate sull'analogia con quanto accade nelle popolazioni animali che vivono in un territorio con risorse limitate.

Lil funzionamento della società moderna, ma anche di qualsiasi società umana, si può descrivere come una circolazione di materia e di energia dalla natura ai processi di produzione e di consumo, e di nuovo alla natura considerata una riserva di beni materiali grande, anzi molto grande, *ma non illimitata*.

Tale circolazione ha il fine di produrre beni materiali, "merci" in senso lato: essa comincia con la sottrazione, spesso irreversibile, di beni dalla natura: beni talvolta rinnovabili (come gli alimenti vegetali e animali, legno, acqua ecc), talvolta non rinnovabili come le pietre, i minerali, le fonti energetiche fossili. L'estrazione di beni dalla natura lascia un "buco" nelle riserve della natura disponibili per le generazioni future.

Le risorse della natura passano attraverso un processo di produzione delle merci che fornisce, insieme, merci e scorie: per il principio di conservazione della massa la quantità delle merci è inferiore alla quantità di risorse naturali entrate nel processo di produzione. La differenza è rappresentata da sottoprodotti, scorie o rifiuti che tornano al mondo della natura peggiorando la qualità dei corpi riceventi naturali. In molti casi la massa dei residui e rifiuti solidi, liquidi e gassosi è due o tre o molte volte superiore alla massa delle merci. Alla fine del processo di produzione -

ma anche alla fine del processo di "consumo" - la qualità delle acque, dell'aria, del suolo è peggiore di quella che avevano all'inizio del ciclo. Il destino delle merci è di entrare in un processo di "consumo". In realtà gli esseri umani *non consumano* niente: tutte le merci, dopo essere state usate per un tempo più o meno lungo, ritornano nell'ambiente. Moltissime merci hanno vita breve: gli alimenti, la carta dei giornali, gli imballaggi, i combustibili, poco tempo dopo essere stati utilizzati vengono eliminati come escrementi, come gas, come rifiuti solidi. Altre merci vengono immobilizzate per tempi più o meno lunghi all'interno della tecnosfera, l'universo degli oggetti fabbricati: le automobili, molti elettrodomestici e macchinari, i televisori, i calcolatori elettronici, hanno una diecina di anni di vita, dopodiché vengono buttati via come rifiuti; i libri che vengono conservati in biblioteca, il cemento e il ferro e i tubi di plastica impiegati negli edifici, possono restare in uso per decenni. Pochi edifici resistono qualche secolo. Come conseguenza si osserva un'espansione della tecnosfera che si gonfia continuamente per il peso e il volume di materie "economiche" che trattiene al suo interno, una sorta di aumento dell'"entropia" della materia. Le precedenti considerazioni mostrano che non esiste, in effetti, un

processo di consumo delle merci, ma che le merci vengono piuttosto solo “usate”. Nel termine “merce” va compreso anche il contenuto materiale, che sempre esiste, dei servizi come trasporti, comunicazione, informazione, ecc.

La crisi dei rapporti fra regno della natura e tecnosfera si è andata aggravando nel ventesimo secolo per il rapido aumento della popolazione mondiale e per l'accesso a molte materie prime fino allora quasi sconosciute o poco utilizzate, come il petrolio, il gas naturale, nuovi minerali e metalli e per la conseguente invenzione di molti nuovi processi produttivi e di nuove merci.

La popolazione mondiale ha raggiunto, nel 2008, 6.700 milioni di persone e, benché il tasso di crescita stia diminuendo, la popolazione nel suo insieme aumenta ancora di circa 70 milioni di persone all'anno, persone con crescenti e nuovi bisogni di merci e con crescente effetto ambientale sulla biosfera. Più persone significa più merci, maggiore richiesta di materie prime sottratte alla natura, maggiore quantità di scorie immesse nei corpi riceventi naturali. La tecnica offre dei mezzi per diminuire in qualche modo il costo in materie prime delle merci (inteso come massa di materie e acqua richieste per produrre una unità di massa di merce o una unità di un servizio) e il costo ambientale (inteso come massa di materia e unità di energia immessi nella biosfera in corrispondenza alla produzione e all'uso di una unità di massa di merce o di una unità di un servizio). L'impoverimento delle riserve di risorse e il rigonfiamento della biosfera ad opera delle scorie sono inevitabili conseguenze della storia naturale delle merci, della circolazione natura-merci-natura.

Gli effetti ambientali di tale circolazione si manifestano in molte forme. La distruzione dei boschi, per ricavarne legname o spazio per insediamenti abitativi e produttivi, “merci” anch'essi, lascia il suolo esposto all'erosione ed è causa di frane e alluvioni. La modificazione del corso dei fiumi per trarne energia elettrica o acqua, “merci” anch'esse, o per mancanza di manutenzione, provoca l'erosione delle spiagge. L'immissione di residui e scorie delle attività di produzione e di consumo provoca la modificazione della qualità dell'aria, delle acque e del suolo rendendole inadatte ad usi successivi, impoverendone quindi l'utilità come risorse naturali. Talvolta l'inquinamento si manifesta con effetti a lungo termine o difficilmente percepibili; l'immissione nell'atmosfera di anidride carbonica (proveniente principalmente dalle combustioni), di ossidi di azoto (anch'essi provenienti dalle combustioni e dal traffico automobilistico), di metano, ecc., provoca delle alterazioni climatiche, l'“effetto serra”, che si traducono in un lento graduale aumento della temperatura media terrestre. La produzione di energia nucleare comporta la formazione di elementi radioattivi di fissione e di attivazione che conservano la loro radioattività per anni, secoli o millenni e che rappresentano un'eredità che lasciamo alle future generazioni.

Ogni Paese industriale genera una grande quantità (solo in Italia 150 milioni di tonnellate all'anno) di rifiuti solidi urbani e industriali che ven-

gono scaricati irrazionalmente sul suolo e nell'ambiente con effetti tossici o dannosi per la salute.

Tutti i precedenti effetti possono essere ridotti attraverso azioni tecniche, cioè intervenendo sulla qualità delle merci. A tal fine è necessario riconoscere che le sedi delle attività umane - la casa, la fabbrica, la città - si comportano come ecosistemi, come “ecosistemi artificiali”, per i quali può essere redatto un bilancio di materia e di energia simile a quello che gli ecologi misurano per gli ecosistemi naturali. Per ciascun sistema è possibile misurare la quantità di materie (e di energia) in entrata, si può misurare come ciascun “bene” materiale, fisico, sia di origine naturale sia introdotto come “merce”, viene trasformato, viene modificato, e dove va a finire: se resta all'interno della tecnosfera o viene espulso, sotto forma di scoria, e in quale territorio della biosfera viene immesso, e con quali effetti negativi. Tutta roba, in gran parte, da chimici, e anche da chimici bravi.

Solo attraverso un'adeguata conoscenza sulla “storia naturale” delle merci è possibile vedere quali azioni tecniche possono essere intraprese per diminuire la produzione di rifiuti o l'effetto inquinante. I rifiuti gassosi possono essere in parte abbattuti con filtri. I rifiuti liquidi, urbani e industriali, possono essere filtrati o modificati con processi di depurazione chimici o microbiologici, prima di essere immessi nei fiumi, nei laghi o nel mare. I rifiuti solidi, anziché essere scaricati tali e quali nell'ambiente, possono essere inceneriti (con diminuzione del loro volume, ma con inquinamento dell'atmosfera). Oppure se ne può ridurre l'effetto inquinante utilizzandone una parte in processi di riciclo, per trarne materiali ancora utilizzabili, nuove “merci” dai rifiuti. È possibile ottenere nuova carta dalla carta straccia, nuovo alluminio dall'alluminio usato, ecc. In queste condizioni i residui delle attività di produzione e di consumo possono diventare materie prime - anzi, “materie seconde” - per nuovi cicli produttivi.

La convenienza “ecologica” dell'operazione dipende dalla qualità e dai caratteri delle merci, dalla qualità “merceologica” dei rifiuti, cioè delle merci usate, dal processo di riciclo. Nel riciclo, infatti, possono formarsi agenti inquinanti in quantità maggiore di, anche se diversa da, quel-



CHIMICA & LIMITI DELLE RISORSE



la associata ai cicli produttivi che partono da materie prime tradizionali. Siamo, insomma, di fronte, alla necessità di sviluppare una *merceologia dei rifiuti*.

È possibile chiedere ai progettisti di ideare merci adatte per essere riciclate. Infine, per diminuire sia la quantità delle merci messe in circolazione, sia l'effetto inquinante di ciascuna merce, quello che è stato indicato come "costo ambientale", si può ricorrere a differenti fonti di energia, a differenti materie prime, a differenti modi e mezzi di trasporto individuali e collettivi, a differenti modi di lavare e di lavorare e di vivere nella casa, nella fabbrica, nei campi, negli uffici.

Qualsiasi modificazione tecnica comporta dei costi e, soprattutto, comporta dei mutamenti di abitudini e di situazioni consolidate. È quindi difficile che una merce inquinante o un processo inquinante o un comportamento economico vengano modificati spontaneamente. Occorre introdurre nuovi concetti anche etici e riconoscere che l'inquinamento e l'impoverimento delle riserve di risorse naturali sono le inevitabili conseguenze del carattere intrinseco della biosfera, che ha dimensione grande, ma non illimitata, e che rappresenta l'unica fonte delle nostre ricchezze naturali e merceologiche e l'unico corpo in cui depositare le scorie.

La necessità di porre un limite alla quantità di risorse naturali estratte, a fini produttivi economici, dalla biosfera e alla quantità di scorie, di merci usate, che nella biosfera vengono immesse, ha lontane radici. Lo sapevano gli Israeliti a cui, nel libro del Levitico, era ordinato di *non coltivare* il terreno ogni sette anni (l'anno sabatico); i Romani sapevano che occorreva coltivare ad anni alterni cereali e leguminose; i primi impoveriscono di azoto il terreno e le seconde restituiscono l'azoto al terreno. Il grande chimico Justus von Liebig (1803-1873), intorno alla metà nel 1800, studiando la nutrizione vegetale, aveva riconosciuto che la resa di una coltura vegetale diminuisce se manca anche una sola delle sostanze nutritive occorrenti (è questa la "legge del minimo"). A partire dalla seconda metà del 1800 si sono cominciati a riconoscere i segni dell'impoverimento delle riserve di carbone in Inghilterra, e più tardi si è

osservato l'impoverimento dei giacimenti di salnitro nel Cile, di zolfo in Sicilia, di fosfati nelle isole dell'Oceania, di petrolio negli Stati Uniti, ecc. L'attenzione per la crisi ecologica, agli inizi degli anni Sessanta del Novecento, ha fatto comparire delle proposte di porre dei limiti, per esempio, alla crescita della popolazione e della produzione di merci. La proposta più discussa fu elaborata dal Club di Roma nel 1970-72 e fu presentata all'opinione pubblica in un libro, apparso nel 1972, intitolato "I limiti alla crescita" (ma nella edizione italiana il titolo fu tradotto, erroneamente, come "I limiti dello sviluppo", che significava tutt'altra cosa).

Il rapporto al Club di Roma, redatto da Forrester e poi da Meadows e altri, contiene delle previsioni economiche e sociali estese ad una qualche data indefinita, nel XXI secolo. Il rapporto, ovviamente, non diceva e non dice quello che succederà, ma quello che potrebbe succedere se si verificasse una concatenazione di eventi, riferiti ad un aggregato dell'intera popolazione terrestre:

- se aumenta la popolazione aumenta la richiesta di cibo e di beni materiali, di merci;
- se aumenta la richiesta di alimenti deve aumentare la produzione agricola;
- se aumenta la produzione agricola deve aumentare l'uso di concimi e pesticidi e aumenta l'impoverimento e l'erosione dei suoli coltivabili;
- se aumenta l'impoverimento della fertilità dei suoli diminuisce la produzione agricola e quindi la disponibilità di alimenti;
- se diminuisce la disponibilità di cibo aumenta il numero di persone sottoalimentate e che muoiono per malattie o per fame;
- se aumenta la richiesta di beni materiali, di energia e di merci aumenta la produzione industriale e la sottrazione di minerali, di acqua e di combustibili dalle riserve naturali;
- se aumenta l'impoverimento delle riserve di risorse naturali economiche aumenteranno le guerre e i conflitti per la conquista delle risorse scarse;
- se aumenta la produzione industriale aumentano l'inquinamento e la contaminazione dell'ambiente;
- se aumenta la contaminazione ambientale peggiora la salute umana.

Per farla breve, il libro sosteneva che se continuavano ad aumentare, ai ritmi di allora, la popolazione terrestre (allora, nel 1970, era di 3.700 milioni di persone e da allora ha continuato ad aumentare in ragione di 70-80 milioni all'anno; oggi nel 2008 è di 6.700 milioni), e la produzione agricola e industriale, ben presto l'umanità sarebbe andata incontro a scarsità di materie prime, a perdita di fertilità del suolo, a mancanza di acqua dolce, a inquinamenti tali da generare malattie, epidemie e conflitti per la conquista di materie scarse, che avrebbero fatto diminuire in maniera violenta la stessa popolazione umana.

Il rapporto esamina varie possibili forme di interazione fra i vari fattori: popolazione, produzione agricola, industria (talvolta chiamata "capitale" o "capitale industriale"), inquinamento. Se si vogliono evitare eventi

traumatici - concludeva il libro - la soluzione va cercata in una rapida diminuzione del tasso di crescita della popolazione, con conseguente rallentamento della produzione agricola e industriale e del degrado ambientale. La soluzione va insomma cercata nella decisione di porre dei "limiti alla crescita" della popolazione e delle merci e nel raggiungimento di una situazione stazionaria o addirittura di declino della popolazione e degli affari umani.

Il libro fu oggetto di violente critiche: alcuni sostenevano che l'economia sa affrontare bene i problemi di scarsità; altri sostenevano che le innovazioni tecniche, come l'energia nucleare, avrebbero fornito energia e alimenti e materie illimitate anche a decine di miliardi di terrestri. Mi sono sempre meravigliato delle critiche fatte a considerazioni che, tutto sommato, erano abbastanza banali, sia pure presentate con raffinate equazioni ed elaborazioni elettroniche. In definitiva uno studente di chimica del primo anno conosce la legge di conservazione della massa per cui è inevitabile che, fissati opportunamente i confini fisici del sistema considerato, nel nostro caso il pianeta Terra, tutto quello che viene estratto dall'ambiente all'ambiente ritorna, prima o poi, sia pure in forma chimica modificata, nella stessa quantità. Lo stesso vale per l'energia, che, dopo l'uso, ritorna nell'ambiente nella stessa quantità sia pure con qualità merceologica peggiorata, o, come si dice, con un aumento dell'entropia del sistema.

Uno studente del secondo anno di biologia sa che ogni ecosistema ha una sua capacità portante e ricettiva limitata per la vita, per gli esseri che la abitano e per le scorie delle loro attività. Gli ecologi indicano questa proprietà come *carrying capacity* di un ecosistema, misurata come il massimo numero di esseri viventi, vegetali o animali, che un territorio della biosfera può nutrire e i cui rifiuti può smaltire.

Se si coltiva per molti anni di seguito un terreno, i vegetali "portano via" dal suolo le sostanze nutritive e dopo qualche tempo le sostanze nutritive residue sono diminuite al punto che la produzione vegetale diminuisce. Un pascolo può alimentare un certo numero di animali: se si supera tale numero - la *carrying capacity* del sistema - gli animali non trovano cibo sufficiente, e entrano in conflitto per la conquista del cibo, e gli escrementi animali immessi nel pascolo contaminano il suolo e

impediscono la produzione di nuova erba. La popolazione di animali aumenta fino ad un certo limite, dopo di che tende a diminuire perché intossicata dai prodotti del proprio metabolismo e dalla concorrenza fra individui, un fenomeno descritto da Volterra e Kostitzin negli anni Trenta del Novecento. E le celebri equazioni di Forrester e Meadows sono poi rielaborazioni delle leggi della dinamica delle popolazioni di Lotka e ancora Volterra.

Le obiezioni si sono rivelate inconsistenti anche alla luce delle crisi petrolifere e delle materie prime che hanno segnato gli ultimi decenni del XX secolo e che abbiamo di fronte ancora oggi, che sono crisi di scarsità di risorse naturali e di conflitti per la loro conquista.

Ma da dove si comincia a limitare che cosa e da parte di chi? Negli anni Cinquanta del secolo scorso il mondo era considerato diviso in tre parti: il mondo capitalistico, quello comunista e quello dei Paesi arretrati e poveri. Poi i mondi sono diventati due, il Nord industrializzato e il Sud arretrato; adesso i mondi sono di nuovo tre, quello industrializzato (Nord America, Europa, Russia, Giappone, Australia, diciamo circa 2.000 milioni di persone); quello di nuova industrializzazione (India, Cina e sudest asiatico, diciamo 2.500 milioni di persone) e quello arretrato e povero, diciamo 2.200 milioni di persone affamate di cibo, ma anche di beni materiali e di merci da ottenere vendendo materie prime, lavoro, risorse naturali. Tre mondi attraversati da conflitti militari o economici per accaparrarsi e contendersi materie prime e merci e attraversati da conflitti e crisi, proprio come aveva preconizzato il libro sui "limiti", e tutti e tre impegnati a impoverire le riserve di risorse e a degradare la qualità della biosfera.

La necessità di un riequilibrio fra uso delle risorse naturali e produzione di beni negli attuali "tre mondi" presuppone iniziative etiche e politiche, ma anche queste saranno inutili senza un enorme lavoro tecnico-scientifico nella ricerca di materie prime rinnovabili, meno inquinanti, di processi e merci e macchinari che richiedono meno materie e energia, di modi di "consumo" differenti e tutto questo è possibile soltanto attraverso innovazioni e soprattutto conoscenze, ha bisogno di chimica e soprattutto di cultura chimica e tecnica. Non dimenticando mai che il degrado della natura è irreversibile ed è proporzionale alla quantità e al tipo delle merci.



Production of Commodities by Means of Nature

The production of commodities - and of services that also require physical materials and commodities - is based on the circulation of matter and energy from the natural bodies to the production and consumption (or better "use") processes and back to nature. The production of commodities impoverishes the stocks of natural resources and worsens their ecological quality through the discharge of wastes. This worsening of nature may be attenuated only by decreasing the mass of materials involved in the cycle nature-commodities-nature. This was the suggestion of the many proposals of a limit to the growth, based on the knowledge of what happens when a population lives in an environment of limited dimension.