



I S E M P R E V E R D E

MARIO BETTI



Alchimia e Chimica

ATHENA
EDIZIONI

Athena Edizioni ti regala questo libro in formato cartaceo, stampato e spedito gratuitamente a casa tua. Infatti per ogni libro acquistato dal sito potrai scegliere un libro della collana Sempreverde in omaggio. Visita edizioniathena.it per maggiori informazioni.

I.

Il concetto della trasformazione della materia.

Cenno della evoluzione di un'idea.

Ἔν τὸ πᾶν – Uno il tutto.

Per attenermi ad un argomento molto generale e che indubbiamente è per la Chimica e per la Scienza tutta di fondamentale importanza, non mi è sembrato fuori di proposito passare in rapida rassegna le diverse dottrine colle quali si è tentato di interpretare in che cosa consista la trasformazione della materia, esaminando l'evoluzione che ha subito questa idea col succedersi dei tempi; poichè se la Fisica ci ha resi padroni dell'energia mettendo a nostra disposizione le forze naturali, la Chimica ci dà invece il dominio della materia e l'Uomo dominando materia ed energia può sentirsi realmente signore del mondo.

Che cosa sia la materia, da che cosa sia formata, in qual modo si trasformi, quali siano gli ultimi costituenti di tutti i corpi... sono questioni che dai tempi più remoti hanno affaticato la

mente del filosofo e dello sperimentatore. Tacendo dei più antichi scritti dei cinesi e degli indiani, nei quali troviamo le prime speculazioni sulla filosofia naturale, è nelle cosmogonie dei vecchi naturalisti greci, di quelli uomini che tanto hanno meditato sui misteri dell'Universo, che sono affrontati questi problemi. Questi antichi filosofi erano giunti alle loro generalizzazioni più che altro dall'osservazione diretta dei fenomeni dei quali la Natura ci dà frequente spettacolo. Il formarsi delle nubi, lo scoppiare dei fulmini che empiono di bagliori il firmamento, lo scrosciare torrenziale delle grandi piogge improvvise, il graduale evaporarsi dell'acqua che sparisce nell'atmosfera lasciando un tenue residuo terroso, questi ed altri fenomeni avevano facilmente condotto a concludere che aria, acqua, terra, fuoco avessero nascita l'uno dall'altro e verosimilmente derivassero alla loro volta da una materia primordiale unica, fondamento di tutto l'Universo.

Questa materia, fondamentale che per TALÈTE e per la scuola ionica era l'acqua, per ANASSIMÈNE era l'aria e per ERÀCLITO il fuoco. Con EMPÈDOCLE prendeva poi origine la dottrina dei quattro elementi – aria, acqua, terra, fuoco – riferibili però sempre ad un principio primordiale unico, che ARISTOTELE fece sua modificandola profondamente e che generalmente è nota col nome del grande Stagirita. Ai quattro elementi materiali ARISTOTELE ne aggiungeva poi un quinto di natura immateriale, da lui detto οὐσία, che nel medioevo prese nome di «quinta essentia» e

che evidentemente ha molta corrispondenza coll'etere cosmico della fisica odierna. Per circa 2000 anni, fin quasi ai tempi nostri, la dottrina aristotelica dominò sovrana nella filosofia naturale e ad essa si informarono le idee degli alchimisti e di gran parte dei chimici.

Dalla concezione dell'unità della materia ad ammettere che non vi siano limiti alle trasformazioni delle sostanze era assai breve il passo e da ciò prendeva origine la convinzione che fosse pienamente raggiungibile anche la trasmutazione dei metalli. Alcune frasi di PLATONE nel *Timeo* esprimono chiaramente questo concetto al quale Aristotele dette poi particolare sviluppo. L'idea della trasmutazione dei metalli si trova del resto anche in antichissimi scritti cinesi che nè i filosofi greci nè i primi alchimisti certamente conobbero, ed è forse una di quelle concezioni che si presentano spontaneamente alla intelligenza umana.

Ma i Greci non erano sperimentatori. Le loro dottrine sulla materia e sulle sue trasformazioni erano di indole puramente speculativa, originate, come si è detto, piuttosto dall'osservazione che dallo sperimento. Abili nel concepire le più ardite teorie i Greci avevano una innata avversione per il procedimento induttivo. Per quanto ARISTOTELE avesse detto che spetta allo sperimento di fornire il materiale per costruire i sistemi generali, mentre la logica non è che lo strumento che serve a foggiarli, nondimeno i Peripatetici ritenevano che l'esercizio di un'arte tendesse a degradare il pensiero e non si curavano di ricorrere alla

prova dei fatti.

Dove le dottrine speculative dei Greci furono messe in confronto con una larga messe di sperimenti fu invece nell'antico Egitto. Come ho già fugacemente accennato, nell'Egitto, fin dai tempi remoti si coltivava l'*arte ermetica*, così detta da ERMETE TRISMEGISTO, il tre volte grandissimo (τρεῖς μέγιστος), personificazione mitica della Magia ed in particolar modo dell'Alchímia. Coll'andar dei tempi gli Egiziani avevano accumulato numerose cognizioni pratiche acquistate casualmente. Essi conoscevano i principali processi metallurgici, la lavorazione delle leghe, l'arte di fabbricare vetri, smalti e gemme artificiali, quella di imbalsamare i cadaveri ed altre ancora. Mentre una parte di tali processi erano di dominio comune e venivano praticati pubblicamente, altri invece si coltivavano in segreto ed era diffusa credenza che l'Egitto dovesse la sua ricchezza a queste *arti* che dal greco ψάμμοι (sabbie o minerali metallici) furono anche dette *psammurgiche*.

È dalla fusione di tali cognizioni empiriche colle teorie speculative dei filosofi greci che a poco per volta si era costituita una specie di scienza occulta rimasta inavvertita e senza nome fino al secolo III dell'era cristiana. Ma al momento della caduta dell'impero romano, quando nel conflitto fra la nuova religione di Cristo ed il panteismo dei neoplatonici molti misteri furono messi in discussione e rivelati ai profani, anche questa scienza

cominciò a palesarsi, in associazione colla magia e colla astrologia, sotto il nome di *scienza sacra*, di *arte divina e sacra* (ἐπιστήμη ἱερὰ, τέχνη θεία καὶ ἱερὰ) e del IV secolo in giù anche con quello di chimica (χημεία), – dal quale per aggiunta del prefisso arabo *al* si ebbe poi *alchimia*. Qualche volta veniva anche chiamata *crisopea* (χρυσοποιία) – fabbricazione dell'oro – poichè sembra che il suo scopo supremo fosse appunto la trasmutazione dei metalli in oro. Formazione semiscientifica e semifantastica questa scienza occulta era largamente imbevuta del simbolismo mistico proprio dei filosofi gnostici e neoplatonici, del quale troviamo tracce anche nei riti del Cristianesimo che pure in quel tempo si andava sviluppando.

A formare il linguaggio allegorico col quale si adombrava la vera essenza dei fatti contribuivano i numeri, le lettere, i segni dello Zodiaco, il leone, l'aquila, la salamandra, il drago ed altri animali sacri, come il basilisco e l'aspide che stanno anche avvolti al caducèo di Mercurio e simboleggiano la vita e la morte. *Il drago che morde e divora la propria coda* significava un corpo solido che passa in soluzione; *l'aquila nera che si trasforma in leone rosso* simboleggiava il solfuro nero di mercurio che si trasforma in cinabro, e così di seguito. Anche PLUTARCO scrive che la filosofia degli Egiziani copriva molti misteri sotto il velo della favola. Tale linguaggio enigmatico era reso anche più oscuro dall'uso di segni speciali coi quali, a somiglianza dei geroglifici, si rappresenta-

vano i corpi. Così i sette metalli allora conosciuti erano consacrati ai sette pianeti degli antichi e si indicavano coi segni astrologici di questi: l'oro con un disco simbolo del Sole, l'argento con la falce lunare, il mercurio col caducèo di Ermete, il rame collo specchio di Venere, il ferro colla lancia di Marte, lo stagno colla prima lettera della parola Zeus (Giove), il piombo colla falce del Tempo, simbolo di Saturno:

Oro	Argento	Mercurio	Rame	Ferro	Stagno	Piombo
						
Sole	Luna	Mercurio	Venere	Marte	Giove	Saturno

Saturno, questo pianeta relegato quasi ai confini del mondo, presiedeva in particolar modo alle pratiche dell'alchimia: la lentezza del suo moto e la tinta plumbea della sua luce ben si accordavano alle tenebrose operazioni dei cultori dell'arte.

Simbolo della *grande opera* era l'uovo filosofico nel quale i metalli colla fusione rinascevano a nuova e più perfetta vita. E la grande opera aveva per iscopo la *pietra filosofale* per trasformare i metalli vili in argento e in oro, la *panacèa universale* per godere una

vita sana e lunga oltre l'ordinario e la *identificazione coll'anima del mondo* per raggiungere la felicità perpetua nella comunione cogli spiriti superiori. Tali le aspirazioni chimeriche dei primi filosofi ermetici; esse ricorrono di frequente nei più antichi documenti che possediamo sulla alchimia egiziana, così nei papiri ritrovati nelle tombe di Tebe, come nei manoscritti greci delle Biblioteche di S. Marco di Venezia, del Vaticano e di Parigi, cimeli più che rari che accesero di sogni le ansiose veglie di chi sa quali remoti investigatori e che nelle annotazioni in margine, nelle chiose, nelle macchie degli ingredienti chimici serbano tracce evidenti di uno studio appassionato e febbrile!

Viene ora fatto di domandarci come mai, malgrado il costante insuccesso di tutti i tentativi rimasti sempre inesorabilmente delusi, una tale aberrazione abbia potuto persistere attraverso a tanti secoli, dal tempo dei teósofi alessandrini fino quasi ai tempi nostri.

In realtà se le pratiche ed i riti dell'alchimia col loro bizzarro simbolismo ci fanno sorridere, è però giusto riconoscere che spogliate dalla sovrapposizione mistica trovano la loro base nella concezione che gli alchimisti si facevano della trasformazione della materia e della natura dei metalli. Non è facile per noi, compenetrati come siamo delle convinzioni scientifiche attuali, immedesimarci nel sistema filosofico degli antichi naturalisti. Essi ritenevano con ARISTOTELE che tutti i corpi risultassero di una sola materia primordiale ma che le loro diverse proprietà, come

la fragilità, la pesantezza, la volatilità, la combustibilità, ecc. fossero qualcosa di distinto e di separato suscettibile di essere tolto od aggiunto a piacere. Anche i quattro elementi – aria, acqua, terra, fuoco – stavano a rappresentare più che altro apparenze o proprietà generali della materia, come sarebbero gli stati solido, liquido, gassoso e quello di vapore in combustione. Ciò posto, niente di più naturale che per fare per esempio l'oro e l'argento si tentasse di togliere al mercurio un'acqua che è causa della sua liquidità, un'aria che lo rende volatile, una scoria terrosa che si oppone alla sua perfezione, oppure che si volesse levare al piombo la sua fusibilità o al rame il color rosso che impediscono a questi metalli di presentarsi come l'argento. Si cercava in tal guisa di ottenere la così detta materia prima di tutti i metalli, il *mercurio dei filosofi*, che poi colla *xanthosis* o tintura in giallo avrebbe dato l'oro, colla *leukosis* l'argento.... Ma per raggiungere queste trasformazioni era necessaria la pietra filosofale o polvere di proiezione (*xerion*), agente misterioso che gli alchimisti cercavano fra le più svariate materie con tutti i possibili mezzi che la fantasia e l'esperienza sappiano suggerire!

Osservazioni superficiali, sperimenti male interpretati, contribuivano a mantenere viva la fede di questi ricercatori. Dalla terra ritenuta un elemento si era visto potersi ricavare i diversi metalli e poichè unico era l'elemento di origine si concludeva che i diversi metalli fossero una trasformazione, operata dal fuoco, della terra da cui si era partiti e che quindi si potessero trasmutare

anche l'uno nell'altro. Si era visto che i vapori di arsenico fanno divenire il rame bianco come l'argento, che la giallmina lo fa divenire giallo, che il mercurio perde la liquidità allegandosi cogli altri metalli e ciò spronava a tentare più profonde trasformazioni. Si sapeva che il piombo, spesso argentifero, per coppellazione lascia un tenue residuo di argento: dal solfuro giallo di arsenico (*orpimento, auri pigmentum*) era noto che CALIGOLA aveva ricavato piccole quantità di oro... e non si pensava che queste tracce di metalli preziosi preesistessero nei minerali, ma si consideravano come prove, riuscite sia pure in piccola scala, delle tanto agognate trasformazioni. Ed altri fatti simili si potrebbero qui enumerare.

Come si è già accennato, ai metalli si attribuiva qualcosa di simile alla vita e da alcuni alchimisti anche il sesso e si pensava che posti in opportune condizioni potessero formare un nuovo e più perfetto embrione. Gli alchimisti osservavano la natura e cercavano di imitarla. Vedevano compiersi tante trasformazioni diverse e non sapevano persuadersi che proprio quella in oro non dovesse avvenire. In natura tutto si trasforma e spesso con un ciclo continuo che si riproduce incessantemente, come per esempio nei fenomeni meteorologici. Anche per la trasformazione della materia si immaginava un ciclo parimenti indefinito, senza principio nè fine, simboleggiato col serpente che si morde la coda, e che ben si armonizzava col concetto della materia sempre una sotto la mutevole apparenza delle forme esteriori.

L'antica alchimia era dunque una interpretazione logica e razionale, per quanto errata, della trasformazione della materia e si ricollegava coi sistemi della filosofia naturale in onore in quei tempi. Infine il problema della trasmutazione dei metalli non è che un aspetto di quello più generale della loro natura, intorno alla quale anche oggi possiamo dire assai poco.

Nessuna meraviglia dunque che lo spirito umano si sia così tenacemente attaccato a queste dottrine e che quando di fronte al Cristianesimo trionfante ed in seguito all'editto dell'imperatore Teodosio andarono in rovina la scuola di Alessandria e il Serapéo di Memfi e disparve la cultura ellenica dall'Egitto, l'alchimia si sia trapiantata in parte a Bisanzio (VI° secolo), in parte abbia continuato a praticarsi segretamente nella stessa Africa settentrionale, da dove gli arabi, che stavano per invadere quella regione (nel 640) e poi la Spagna, dovevano contribuire a diffonderla nell'occidente di Europa.

La civiltà araba, che passò come fugace meteora nelle immani tenebre del medioevo, dette alla alchimia principalmente GEBER (o Dschafar, IX secolo) che riassunse e rischiarò le dottrine degli alchimisti greco-egiziani. Dalle Accademie arabe della Spagna, come pure dagli scritti dei monaci greco-bizantini, MICHELE PSELLUS ed altri, le idee alchimistiche durante il medioevo furono poi a poco per volta diffuse negli altri paesi di Europa. Ma cogli alchimisti arabi posteriori a Geber e coi primi

alchimisti latino-germanici le concezioni sulla costituzione della materia e specialmente sulla natura dei metalli subirono notevoli modificazioni. Pur rimanendo a fondamento i quattro elementi aristotelici andò sempre più sviluppandosi la teoria dei due principii *solfo* e *mercurio*, dai quali si ritenevano costituiti tutti i metalli, qualche volta in unione coll'*arsenico*. La differenza fra metallo e metallo si faceva dipendere dalla diversa proporzione e purezza di tali componenti: allo solfo si riferiva la proprietà di certi metalli di alterarsi col calore ed anche la loro colorazione, al mercurio lo splendore metallico, la fusibilità ecc. Mercurio e solfo non significavano però i due corpi comunemente noti, ma lo solfo ed il mercurio dei filosofi, che si potevano ottenere soltanto mediante la pietra filosofale.

La trasmutazione dei metalli in oro fu in quel tempo il centro di tutte le operazioni chimiche e vi si dedicarono o la ritennero possibile uomini eminenti per ingegno, per dottrina o per condizione sociale: monaci dotti come RUGGERO BACONE, il *Doctor mirabilis*; re come ALFONSO X di Castiglia, *el rey sabio*; un papa: GIOVANNI XXII, un santo che la Chiesa venera sugli altari: S. TOMASO DI AQUINO, il *Doctor angelicus*. È da notarsi che in quel tempo in molti monasteri si trovavano fornelli ed utensili destinati alle operazioni dell'alchimia.

Nell'oscuramento di ogni luce di civiltà che incombe sui secoli intorno al mille, gli alchimisti, talora perseguitati come sospetti di stregoneria e di commercio cogli spiriti infernali, talora

protetti e colmati di onore dai potenti, che ne volevano la rivelazione dei segreti, ma forse già punti dal dubbio sulla fondatezza delle loro speranze, lasciano prendere il sopravvento alla forma sulla sostanza e allontanandosi dall'onesto sperimentare quando non sono degli allucinati e dei pazzi divengono falsi monetari come Capocchio da Siena «che falsò li metalli con alchimia» o come Adamo da Brescia che falsò «la lega sigillata del Battista» e si lasciano andare per le lúbriche vie del ciarlatanesimo e della ciurmeria. È questo il tempo dei laboratori fantastici ingombri di lambicchi, di fiale, di storte, di teschi umani, di scheletri di animali appesi al soffitto, come quello che si vede nella magnifica acquaforte di Rembrandt, nella quale l'alchimista impellicciato nell'ampio tabarro e mezzo alzato dal suo seggiolone, appuntando sul tavolo i pugni contratti, ammira con estatico terrore un gran cerchio luminoso di lettere cabalistiche fiammeggianti sul muro e che riempiono di bagliore tutta la cupa officina. È questo il tempo delle parole simpatiche, dei quadrati magici, dei versi cancerini e di tante altre fantastiche ed ingegnose bizzarrie.

Non mai come in questo tempo fu attribuito ai filosofi ermetici più mirabolante potere. Si narrava che per arte di magia ALBERTO MAGNO in mezzo al crudo inverno avesse fatto fiorire nel suo giardino la primavera, durante un banchetto da lui offerto a Guglielmo conte di Olanda. Per mezzo della pietra filosofale si ritenne possibile persino la creazione *in vitro* di esseri viventi, come l'homunculus mefistofelico. RUGGERO BACONE si

diceva avesse affermato che la pietra filosofale poteva cangiare in oro una quantità mille e mille volte maggiore di metalli vili! Come siamo lontani dal problema della trasmutazione dei metalli, errato, ma logicamente e razionalmente impostato dagli alchimisti greco-egiziani!

Giunta a questi eccessi l'alchimia, nessuna meraviglia che decadesse e che da essa si allontanassero sempre più gli uomini di sano pensare. Il problema della trasmutazione continuò però ad avere seguaci e cultori anche nei secoli seguenti, ma sopravvisse più che altro come una aberrazione di menti esaltate. Presso alcune Corti medioevali accanto all'astrologo noi troviamo anche l'alchimista, talora col compito di falsare per il principe i metalli per il conio.

Nei secoli XVII e XVIII si costituirono anche delle società segrete alchimistiche come i *Rosa-Croce*, le *Società ermetiche tedesche*, ecc. che oltre alla ricerca della trasmutazione dei metalli ed a quelle della panacèa universale e della possibilità del moto perpetuo, inseguivano anche altre utopie. Perfino dopo LAVOISIER, quando si fece strada nella scienza il concetto della intrasformabilità degli elementi e come elementi furono riconosciuti anche i metalli, l'utopia alchimistica rimase nondimeno nella mente di qualche solitario. LIEBIG racconta che nel 1820 vi erano ancora in Germania dei veri alchimisti e che WÜRZER, professore di chimica all'Università di Marburgo, gli aveva un giorno mostrato un cassetto di legno che aveva la virtù di produrre, ogni tre mesi,

del mercurio! Perfino oggi c'è chi cerca ancora la pietra filosofale! In Francia i moderni alchimisti sono schierati in due gruppi distinti: i *refrattari* fedeli alle vecchie credenze teosofiche e cabalistiche, gli *unitari* che cercano di accordare coi loro fini i progressi ed i risultati della chimica moderna. Loro organo ufficiale è la *Rosa Alchemica* che si stampa a Parigi.

Ma sul chiudersi del medioevo, quando l'alchimia incomincia a decadere, col Rinascimento che luminoso si affaccia all'orizzonte determinando il ritorno alla cultura classica ed umanistica e ad una più sana visione della realtà così nell'arte, come nella vita, come nella filosofia, anche per la chimica si apre un nuovo periodo. La Scienza esce dai chiostri e dai conventi alla luce della discussione e della critica. Già Dante aveva condannati gli alchimisti confinandoli all'inferno, ed il Petrarca aveva qualificato l'alchimia come «inganno e vituperio». Leonardo da Vinci è poi fra i primi a sostenere che la Scienza non deve più riposare sulla tradizione scolastica ma bensì sulla diretta osservazione dei fatti ed a propugnare quel metodo sperimentale che troverà in Galileo Galilei il suo più illustre assertore.

Nuovi problemi si sostituiscono frattanto a quello della trasmutazione dei metalli e con PARACELSO, che propugna l'unione della medicina colla chimica, ha origine la *jatrochimica*. Tormen-tare la materia per cavarne le intime essenze, i costituenti primordiali dotati di virtù medicinali, gli *arcana*, eliminando dalle

mescolanze i corpi meno attivi, ecco il nuovo compito della chimica, la quale in questo tempo prende perciò anche il nome di *arte spagirica*, da $\sigma\pi\acute{\alpha}\omega$ separare e $\acute{\alpha}\gamma\epsilon\iota\omicron\omega$ raccogliere. Intanto gli studi di VAN HELMONT sulle sostanze aeriformi avendo condotto a distinguere diverse qualità di aria, diversi *gas* come egli li chiamò, che prima si consideravano tutti come aria più o meno «viziata», davano adito al dubbio se l'aria fosse proprio da ritenersi un elemento; quanto al fuoco Van Helmont stesso negava che avesse natura materiale.

Alla composizione fondamentale dei corpi BECHER tentò di dare una nuova espressione ammettendo in luogo dei tre principi di Paracelso: mercurio, solfo e sale, le tre terre: *mercurialis*, *vitriialis*, e *pinguis* ed interpretando la combustione dei corpi come esalazione del loro principio pingue o combustibile. Sulla base di questa idea di Becher, STAHL sviluppò la sua celebre teoria del *flogisto* (da $\phi\lambda\acute{o}\xi$, fiamma), attribuendo tale nome all'ipotetico principio della combustione, del quale considerava ricchi tutti i corpi combustibili ed in particolar modo poi il carbone, che brucia quasi completamente. Così, secondo Sthal, i metalli per arroventamento perdendo il loro flogisto si trasformano nei rispettivi elementi, nelle calci metalliche, e queste viceversa, scaldate col carbone, riassumendone il flogisto, possono di nuovo formare i metalli. Singolare teoria che i composti considerava come elementi e gli elementi come composti ed era in aperta contraddizione con

tanti fatti, ma che avendo però il pregio d'interpretare molti processi da un punto di vista generale ebbe fortuna e dominò nella chimica per circa un secolo. Tra i suoi più illustri sostenitori questa teoria potè annoverare SCHEELE e PRIESTLEY, che lavorando per trovare questo ipotetico flogisto, come la pietra filosofale sempre restio a tutte le investigazioni, giunsero invece alla scoperta dell'ossigeno che tanto doveva contribuire a far ripudiare l'idea del flogisto stesso ed a far sorgere quella interpretazione dei fenomeni chimici che tutt'ora governa la nostra scienza.

Ma chi doveva gettar le basi delle nuove vedute sugli elementi e sulla trasformazione della materia, antesignano della chimica moderna, era ROBERTO BOYLE, contemporaneo di Becher. Egli finalmente ripudia tanto i quattro elementi aristotelici quanto i tre principi alchimistici e sulla esclusiva base dei risultati sperimentali considera come elementi «quei costituenti dei corpi che si possono ricavare da essi, e che non sappiamo scomporre ulteriormente». Idea semplice e chiara che Lavoisier farà sua e che anche oggi noi ammettiamo.

Con LAVOISIER alla trasformazione della materia, che gli alchimisti ritenevano possibile illimitatamente, vengono in via definitiva riconosciuti due limiti di ordine sperimentale, il primo espresso dalla legge della conservazione della massa – in Natura niente si crea e niente si distrugge – l'altro consistente nella esi-

stenza dei così detti *elementi* o corpi indecomposti, che non sappiamo trasformare l'uno nell'altro. Di tali elementi ne conosciamo oggi circa 90. Questi rappresentano per noi gli ultimi costituenti di tutte le sostanze le quali risultano appunto formate dalle svariate combinazioni di essi.

Ma qui la trasformazione della materia incontra nuovamente un limite nel fatto che l'unione «chimica» degli elementi non avviene a nostro piacimento in tutte le proporzioni immaginabili, come nelle semplici mescolanze, ma soltanto fra determinati pesi di essi. Questo fatto trova la sua più semplice rappresentazione nella ipotesi atomica di DALTON, secondo la quale la combinazione degli elementi consiste nell'accoppiamento delle loro più piccole particelle, gli *atomi*. Gli svariati aggruppamenti formati dagli atomi costituiscono alla lor volta le ultime entità delle diverse sostanze — le *molecole* —, e sulla base di questa concezione la trasformazione della materia viene oggi interpretata come una trasformazione di tali aggruppamenti atomici, cioè come una trasformazione delle molecole.

Al contrario degli alchimisti i quali nella formazione di un composto vedevano la alterazione totale e per così dire l'annientamento dei costituenti iniziali, la chimica ammette oggi che gli elementi passando dalla molecola di un composto a far parte di quella d'un altro, partecipando ai più svariati aggruppamenti, dando origine alle sostanze più diverse, rimangano nondimeno immutati. Noi non sappiamo in quale stato essi si trovino

quando fanno parte dei composti e non manifestano più le proprietà che hanno isolatamente, ma sappiamo che da essi il composto si può preparare e che dal composto si possono riottenere gli elementi immutati nella massa e nelle qualità. Siccome però nella loro combinazione chimica si ha di solito sviluppo (o assorbimento) di energia e questa bisogna di nuovo somministrare al composto quando vogliamo riottenerne gli elementi, così la trasformazione della materia più che ad una alterazione diciamo pure sostanziale degli elementi sembrerebbe doversi riferire al diverso contenuto di energia che essi hanno. Alcuni ritengono pertanto superfluo il concetto di materia e sufficiente quello di energia e vorrebbero considerare gli atomi semplicemente come «nuclei di energia». Comunque si voglia, sta però il fatto che colle nostre operazioni «ordinarie» gli elementi noi non possiamo nè demolirli, nè crearli, nè in guisa alcuna modificarli nella loro natura, ma soltanto (eccezion fatta pei gas nobili) accoppiarne le ultime particelle nei modi più svariati. Noi non possiamo fare aumentare nè far diminuire neppure di un grammo la quantità dell'oro, del rame, dello zolfo, nè di alcun altro degli elementi che liberi o combinati la Natura mette a nostra disposizione con diseguale larghezza. Non possiamo preparare i più scarsi a spese di quelli più abbondanti.

Ma che questi 92 elementi stiano proprio a significare l'ultima espressione della materia è una concezione che non soddisfa la

tendenza metafisica dello spirito umano a trovare l'uno nel molteplice: un filosofo antico ne avrebbe sorriso. Malgrado tutti i tentativi sperimentali rimasti infruttuosi, il concetto di una materia unica, primordiale, è rimasto sempre in fondo al pensiero dei chimici di tutti i tempi. Essi non sanno acquietarsi ad ammettere novanta e più differenti qualità di materia quando tutte le diverse forme della energia si possono ridurre ad una sola, e materia ed energia hanno anche in comune la gran legge della conservazione e non sono forse che una sola entità. I chimici hanno accettato questo limite degli elementi come provvisorio, come una barriera di fatto dipendente dall'insufficienza dei nostri mezzi sperimentali, senza rinunciare alla speranza di poterla sorpassare un giorno, disponendo di energie più formidabili. La storia della chimica offre esempio di fatti simili. La pila di VOLTA fu, più di un secolo fa, il nuovo mezzo che servì a DAVY per decomporre in ossigeno ed in metallo gli ossidi alcalini prima ritenuti elementi.

Ed è stata la scoperta delle sostanze radioattive che ha aperto un nuovo capitolo della trasformazione della materia. Nei corpi radioattivi gli atomi, questi intrasformabili, è risultato invece che vanno scomponendosi spontaneamente, automaticamente, in misura invariabile, con un processo che nessun artificio umano può nè accelerare nè ritardare, nè tanto meno arrestare, — come il corso del Tempo! Prendono così origine altri atomi di altri ele-

menti, parimente radioattivi, e che alla loro volta successivamente si trasformano. In questa disintegrazione degli elementi si manifestano le forze interne dell'atomo in esplosione, una forma di energia di gran lunga più potente di tutte quelle consociate finora, e che dà ragione di molte proprietà dei corpi radioattivi sembrate dapprima incomprensibili e quasi miracolose. È a questa energia di un ordine superiore e del tutto particolare che si pensò di ricorrere per affrontare la demolizione degli altri atomi, di quelli della materia comune non sensibilmente radioattiva, vittoriosamente ribelli a tutti i tentativi di trasmutazione.... Il problema degli alchimisti rientrava così nell'orbita delle possibilità scientifiche.

Ma fisici e chimici non sono alieni dal supporre che tutti quanti gli elementi possano essere in diversa misura radioattivi, e perciò soggetti a trasformazione spontanea, in alcuni casi sia pure con un decorso nel quale gli anni valgono per attimi. Tutti i corpi sopra la Terra si andrebbero per tal modo lentamente risolvendo forse in un unico elemento fondamentale, mentre d'altra parte, nelle Nebulose, mondi in formazione, il processo inverso si starebbe svolgendo come l'analisi spettroscopica fa intravedere. Così con ciclo eterno, in diverse regioni dell'Universo, si avvicenderebbero i fenomeni della materia e forse anche la Vita. Concezione senza dubbio seducente e suggestiva, ma che trascende certo quanto è lecito argomentare dal poco che lo sperimento faticosamente ci insegna.

La disintegrazione degli elementi e lo studio approfondito di altri fenomeni hanno intanto determinate nuove speculazioni sull'intima natura della materia. Lo schema per il quale ogni corpo si considerava come un aggruppamento di molecole tutte eguali fra loro ed ognuna di esse come un aggruppamento di atomi è bensì rimasto immutato, ma gli atomi non più indivisibili ed omogenei si ritengono alla lor volta formati da un sistema complesso estremamente resistente alla disgregazione, i cui costituenti primordiali sono gli *elettroni*, corpuscoli quasi duemila volte più piccoli del più piccolo atomo, quello dell'idrogeno. Essi stanno perciò a rappresentare le ultime particelle della materia. Agli elettroni o atomi elettrici si considerano anche dovute tutte le manifestazioni dell'elettricità; la quale viene così a concepirsi come corpuscolare. Materia ed elettricità avrebbero pertanto una stessa origine: gli elettroni.

E questi non sarebbero alla loro volta che porzioni dell'etere cosmico, di quel fluido ipotetico che riempie tutto lo spazio, differenziate in seno ad esso per effetto dei loro particolari movimenti, come un vortice d'acqua si distingue da quella in quiete che lo circonda.

Di questi movimenti vorticosi della materia, possiamo facilmente farci un'idea osservando per esempio gli anelli di fumo che certi fumatori sanno lanciare con molta abilità o che si possono produrre anche altrimenti. In questi anelli, che si vanno spostando attraverso l'atmosfera, tutte le particelle, tanto di

fumo che d'aria, sono in preda a molteplici e rapide vibrazioni e risultano inoltre stabilmente collegate fra loro, come fu anche potuto dimostrare col calcolo, formando un tutto indissolubile. Se con un coltello tentiamo di dividere questi anelli, essi sfuggono incurvandosi davanti alla lama e non si rompono, rivelandosi per così dire indivisibili e indistruttibili. Essi si respingono mutuamente o mutuamente si attraggono secondo la peculiarità del loro movimento ed allorquando si urtano rimbalzano come veri corpi elastici. L'aria dell'anello, in virtù di questo suo stato di vibrazione, è diventata dunque come una sostanza diversa, come un corpo indipendente dall'altra aria che la circonda e se questa fosse un fluido senza attrito, l'anello conserverebbe la sua forma ed il suo movimento indefinitamente.

A immagine di ciò, secondo l'ipotesi di LORD KELVIN sviluppata poi da HELMOLTZ, in seno all'etere cosmico, fluido perfetto che riempie l'Universo, potrebbero perpetuarsi movimenti vorticosi diversi che darebbero ai nostri sensi l'impressione di tutto ciò che noi chiamiamo materia.

Costituente fondamentale del mondo rimarrebbe quindi l'etere cosmico, quell'ipotetico fluido continuo, tenuissimo, di proprietà molto singolari al quale anche i fisici ricorrono per la spiegazione di molti fenomeni.

Così dopo quasi 15 secoli da quando i filosofi ionici con Anassimandro insegnavano che principio di tutti i corpi è una materia sottile, indefinita (ἄπειρον), eterea, che tutto penetra e

tutto pervade, la Scienza, come il serpente che si morde la coda, ritorna a questa antichissima intuizione.....

Multa renascentur quae jam cecidere....

potremmo ripetere con Orazio; ma il POGGENDORFF nella sua Storia della Fisica argutamente rileva che gli antichi in fatto di filosofia naturale hanno ammassato una tale quantità di supposizioni che non è difficile trovare nei loro scritti lo spunto di qualunque delle moderne teorie. Forse però è più giusto e meno irriverente concludere che giunta ai limiti al di là dei quali la sicura base dell'esperimento le sfugge, non sa che aggirarsi nel cerchio delle tradizionali figurazioni l'impotenza dell'umano intelletto.

II.

La trasformazione della materia fonte di ricchezza sociale.

Cenno dello sviluppo di alcune applicazioni.

Mens agitat molem. — Virg., Aen.

Lo spirito domina la materia.

Ma le teorie si succedono, le ipotesi sorgono, danno il loro contributo al progresso del sapere umano e fatalmente declinano

nel continuo divenire del pensiero scientifico. L'uomo, dice GOETHE, è nato per agitare, non per risolvere il problema dell'Universo. Le teorie tramontano, ma i fatti che sono al di fuori di noi e non dipendono dal nostro pensiero rimangono e si accumulano. Ed è così che dall'insieme delle cognizioni dovute agli innumerevoli tentativi degli alchimisti, alle remotissime operazioni metallurgiche, ai primi bisogni della vita, dai quali la chimica ebbe la sua umile origine nell'officina del fonditore, del vetraio, del tintore... attinsero vita le più antiche industrie. E se queste erano già importanti nell'antico Egitto, se fiorente era presso i Fenici la lavorazione della porpora di Tiro, che serviva a tingere le vesti dei principi e dei re, se in grandissimo pregio erano i celebri vasi murrini, di cristallo opaco, uno dei quali Nerone pagò 300 talenti (oltre 700.000 lire) quando nel medio evo cogli alchimisti arabi e latino-germanici si conobbero gli acidi minerali che gli antichi non conoscevano, e molti altri composti vennero preparati, nuovo impulso ebbero le industrie basate sulla chimica e le nostre città marinare, Genova e Venezia, pei loro rapporti coll'Oriente, particolarmente la coltivarono.

Le più antiche notizie intorno alla chimica applicata nel medioevo, si trovano in un manoscritto in pergamena, di ignoto autore italiano, conservato nella Biblioteca dei Canonici di Lucca, che risale ai tempi di Carlo Magno, all'VIII secolo. In un latino barbaro misto a parole greche vi sono indicate molte operazioni tecniche note a quel tempo. — Non vi si trova, pare, la ricetta per

fabbricare l'oro, ma i miei laboriosi conterranei hanno imparato a procacciarselo egualmente coll'agricoltura e coi traffici e portando la loro intelligente attività per le diverse parti del mondo.

—

Alle arti chimiche del medioevo, che riguardano specialmente i colori per la pittura, i materiali per i lavori in terracotta e in vetro e la metallurgia, si aggiunse poi quella bellissima della ceramica, che ebbe in Francia largo impulso per opera di PALISSY, Mentre con AGRICOLA e con BIRINGUCCIO si allargavano le conoscenze metallurgiche. In pari tempo colla Jatrochimica numerosi composti, dai nomi pomposi e stravaganti di *sal mirabile*, di *sale policresto*, di *chermes*, *pomfólive*, *tuzia*, ecc. invadevano le vecchie farmacopee aspettando di trovare con LAVOISIER la loro chiara e razionale denominazione.

È mettendo a profitto questa enorme congerie di cognizioni accumulate empiricamente coll'andar dei tempi che la chimica moderna, nata appena da più di un secolo, poté conseguire uno sviluppo talmente rapido che non ha riscontro nella storia di nessun'altra scienza. Di pari passo l'industria chimica, trovata la sua base scientifica, andò acquistando un'importanza sempre più considerevole come fonte di ricchezza sociale. Alcune contingenze politiche contribuirono a darle il primo impulso. L'isolamento commerciale nel quale venne a trovarsi la Francia al tempo della Rivoluzione e un po' più tardi il blocco continentale che Napoleone bandì ai danni dell'Inghilterra, levatasi in armi

contro il pericolo di una egemonia continentale, determinarono anche allora la penuria di molte sostanze, così come avvenne in Germania durante l'ultima guerra. La Storia, invano maestra della vita, ha di questi ricorsi. La soda non veniva più dalla Spagna, lo zucchero di canna delle colonie ed il bisogno dette origine all'industria dello zucchero di barbabietola ed alla preparazione della soda dal sal marino. Napoleone fece destinare alla coltivazione delle barbabietole una grande estensione di terreno e distribuire una ingente somma per incoraggiare questa lavorazione. Se queste industrie subito non prosperarono misero però in luce la importanza che la chimica può assumere nella vita di una nazione.

Ma è stato negli ultimi decenni del secolo scorso e nei primi lustri di questo che la grande industria chimica è divenuta per alcuni paesi fonte precipua di grande ricchezza. Valgano alcune cifre. In Germania nel 1912 esistevano 308 Società anonime esercenti industrie chimiche, con un capitale di un miliardo e cinquantuno milioni di lire ed in quell'anno distribuirono un dividendo medio del 13,95 per cento. Nello stesso anno dalla Germania si esportarono prodotti chimici per l'ammontare di circa un miliardo e duecento milioni di lire, valore corrispondente a circa un ottavo della esportazione complessiva di merci totalmente o parzialmente lavorate (che ascese a nove miliardi e seicento milioni di lire). L'Inghilterra alla sua volta, parimente in

quell'anno, esportava per 575 milioni di lire di prodotti chimici, valore corrispondente a un po' più di un ventesimo della sua esportazione totale (che ascese a oltre dodici miliardi). Lo sviluppo dell'industria chimica si può del resto desumere anche dallo sviluppo della produzione dell'acido solforico e della soda, che di quella stanno alla base. La produzione mondiale dell'acido solforico che nel 1880 era di un milione e ottocento mila tonnellate nel 1910 oltrepassò otto milioni di tonnellate; quella della soda che nel 1880 non raggiungeva le 700 mila tonnellate, nel 1910 si elevava a circa due milioni di tonnellate. Ed i guadagni non erano indifferenti. La Società per la fabbricazione della soda, Mond e Co. in Inghilterra, con un capitale di 75 milioni, è arrivata a dare anche un dividendo del 100 per cento e per parecchi anni dette regolarmente il 30 per cento.

In relazione con questo forte movimento di capitali si sono sviluppate quelle fabbriche immense, popolose come borgate, dagli edifici vasti come cattedrali, che riuniscono in sè molte lavorazioni diverse che permettono di utilizzare anche i prodotti secondari e di rifiuto. Coi loro fumaiuoli giganti, colle loro gru dalle braccia smisurate, coll'intreccio delle varie canalizzazioni, – dell'acqua, del vapore, dell'aria, dei gas diversi, – queste fabbriche enormi sono come dei veri e propri organismi nei quali la materia circola e si elabora acquistando un valore economico sempre più elevato.

Così per esempio il catrame del carbon fossile, residuo ingombrante delle fabbriche del gas, che si vendeva a poche lire il quintale, è divenuto la prima sorgente di innumerevoli composti che servono alle più svariate applicazioni...; sostanze talora preziose che costano parecchie decine di lire per grammo, assai più dell'oro!

Sono circa 70 anni che in Inghilterra WILLIAM H. PERKIN, appena diciottenne, per tentare la sintesi della chinina, ossidava l'anilina col bicromato e scopriva così per caso il primo colorante sintetico; è dal 1859 che in Francia, a Lione, VERGUIN preparò il primo colore di importanza industriale, la fucsina, ed oggi ascendono a qualche migliaio queste bellissime sostanze che riproducono l'iride dei più smaglianti colori colle loro innumerevoli sfumature e servono non solo alle industrie tessili ma ben anco a quelle del cuoio, della carta, della paglia ed alla scienza medica stessa per la colorazione dei preparati microscopici.

Benchè nata in Inghilterra e iniziata in Francia, fu nondimeno in Germania che questa industria delle sostanze coloranti trovò il più grandioso sviluppo, grazie allo studio sistematico con *larga base scientifica*, che i chimici tedeschi vi dedicarono. Si calcola che la produzione annua di sole materie coloranti in Germania superasse nel 1913, ultimo anno prima della guerra, il valore di 300 milioni di lire: duecentomila erano gli operai, duemila i chimici che vi erano impiegati e ventimila i brevetti (dei quali

500 correntemente sfruttati) che proteggevano le diverse lavorazioni. Per assicurare una base scientifica alle sue lavorazioni la fabbrica di colori Meister Lucius e Brüning di Höchst si sa che spendeva pei suoi laboratori scientifici circa 700 mila lire all'anno. La biblioteca della fabbrica Bayer di Leverkusen contava nel 1909 circa 14,500 volumi, e gli abbonamenti ai periodici scientifici erano ben 360! Nessun nostro Istituto universitario è, neppure di lontano, attrezzato in tale misura!

Alcuni di questi colori hanno uno speciale interesse. La *alizarina*, largamente impiegata pel cosiddetto «rosso turco», è stato il primo colore naturale importante riprodotto artificialmente. La sua sintesi, dall'antracene, prodotto del carbon fossile, trovata nel 1867 da GRAEBE e LIEBERMANN in Germania, fu resa industrialmente pratica nel 1869. Prima di allora l'estrazione dell'alizarina naturale dalla robbia era una industria prevalentemente della Francia, che nel 1868 ne aveva prodotto per 43 milioni di franchi. In dieci anni la concorrenza dell'alizarina sintetica fece scomparire quasi totalmente le piantagioni della robbia e la Francia vide inaridirsi quella notevole fonte di lucro.

Ma il successo più impressionante fu quello della sintesi dell'*indaco*, la materia colorante azzurra dei rami e delle foglie della Indigofera tinctoria. Dopo 17 anni di studi ADOLFO VON BAEYER ne raggiunse la sintesi, parimente dai prodotti del catrame: altri 17 anni furono spesi in tentativi per rendere indu-

striaie il procedimento e costarono oltre 22 milioni di lire. Finalmente nel 1897 l'indaco sintetico comparve sul mercato in concorrenza coll'indaco naturale e la produzione di questo andò subito rapidamente scemando. L'Inghilterra che ne aveva per così dire il monopolio, colle sue piantagioni dell'India, e che nel 1896 ne aveva ricavato circa 90 milioni di lire, vide questa produzione discendere al di sotto di 2 milioni all'anno.

Vittorie commerciali indiscusse queste dell'indaco sintetico e della alizarina con le quali la Germania – per una coincidenza diciamo pure fortuita – mentre cercava di sfruttare le risorse del proprio suolo e di supplire alle proprie manchevolezze, veniva in pari tempo a colpire vitali interessi delle future nemiche.

Anche la celebre *porpora di Tiro* è stata ottenuta per sintesi. Questa materia colorante era già nota più di 1500 anni a. G. C. ed i Fenici la ricavano specialmente da un mollusco gasteropode, il *Murex brandaris*, che la contiene in minima quantità. Per farne lo studio si procedette ad una ecatombe di questi animali: 12 mila di essi furono immolati e fornirono appena gr. 1,40 di sostanza cristallizzata, che bastò nondimeno alla identificazione chimica ed a tracciare la via per la sintesi.

Non è ancora risolto dal punto di vista industriale il problema della preparazione artificiale del *caucciù*, il cui consumo annuo rappresenta il valore di miliardi di lire. In gran parte proviene ora dalle piantagioni dell'India. Ma la sintesi di laboratorio è già da tempo completamente riuscita.

Dopo i colori i *medicamenti*, che derivano anch'essi in gran parte dai prodotti del catrame. Anche qui la produzione è stata ed è esuberante. Lo sanno i miei valorosi Colleghi della Facoltà di Medicina che vengono incessantemente bersagliati dalla comparsa di nuovi preparati. I buoni, e sono pochi, rimangono, gli altri hanno vita effimera. I prodotti medicinali sintetici hanno già superato di molto il rispettabile numero di 5000 (!). Molti invero – troppi – tanti da farci ripetere con un grandissimo nostro medico, il Redi, esser da temersi ormai piuttosto i rimedi che i mali! Come per le sfumature dei diversi colori, così per l'azione fisiologica dei diversi medicamenti il chimico sa ottenerne il graduale cambiamento modificando gradualmente gli aggruppamenti molecolari, ciò che ha dato origine al nuovo ramo medico-chimico della *Chemoterapia*, il cui risultato più clamoroso fu la preparazione del cosiddetto «606» o Salvarsan: proviene anch'esso dal catrame del carbon fossile, ma è giunto anche a costare il ragguardevole prezzo di 15 mila lire al chilogrammo.

E coi medicamenti e i colori, in omaggio alle mie pazienti ascoltatrici, una parola sugli *aromi* e sui *profumi* che, secondo un'antica poesia egiziana «concedono al corpo la gioia che spetta agli Dei». Gli antichi ne fecero uso grandissimo. Atene era detta la «profumata di viole». Nerone faceva spruzzare i suoi appartamenti con essenza di rose. Verso il 120 dell'era volgare l'imperatore Adriano giunse perfino a far profumare di balsami tutte le

scales del Teatro, in onore della madre di sua moglie – di sua suocera (!); e cento anni più tardi Eliogábalo fece addirittura profumare il lago nel quale soleva prendere il bagno colle sue schiave. Il Cardinale Richelieu prima di affrontare lo studio di una grave questione faceva profumare la stanza con essenze di fiori. La Pompadour spendeva annualmente in profumi oltre mezzo milione di franchi... Oggi noi siamo per verità più modesti; nondimeno la sola produzione tedesca di olii eterei e di essenze artificiali ammonta annualmente ad oltre 100 milioni di lire. Anche qui i prodotti sintetici hanno fatto vittoriosa concorrenza a quelli naturali; basti ricordare che la vanillina nel 1878 costava tre mila lire al chilogrammo, mentre prima della guerra quella prodotta per sintesi ne costava appena 50.

Ma dalla trasformazione della materia l'uomo ha ottenuto colle *sostanze esplosive* un dominio sulla Natura che gli antichi non avrebbero neppure di lontano pensato, per il quale i più giganteschi ardimenti sono stati tradotti in realtà coll'aprire attraverso alle montagne nuove vie al progresso, col dividere i continenti per congiungere i popoli... *Dividendo coniungo* – secondo il motto, superbo come quello di un re, assunto per sua impresa da Ferdinando di Lesseps, il costruttore del canale di Suez. Con pochi grammi di uno dei moderni esplosivi si fa oggi in un istante il lavoro che diecine d'operai non farebbero in un giorno. Narra SVETONIO che l'imperatore Claudio per aprire un canale lungo tre miglia e prosciugare il lago Fucino fece lavorare trenta mila

schiavi durante undici anni; invece alcuni anni fa per mezzo di una colossale mina di 11 tonnellate di dinamite, a Greisenstein, in pochi minuti si fecero cadere in frantumi nel Danubio 280 mila metri cubi di roccia, con una spesa di 15 centesimi per ogni metro cubo.

Ai sette metalli degli antichi col tempo se ne vennero aggiungendo molti altri, ma uno fra quelli oggi di uso comune, l'*alluminio*, fu scoperto appena un secolo fa, nel 1827. Rimasto per molti anni una curiosità scientifica, fu nel 1854 che se ne tentò la prima produzione industriale: questa doveva però riuscire pienamente soltanto nel 1887. Malgrado certi suoi difetti, questo metallo leggero come il cartone e lucente come l'argento conquistò rapidamente il mercato e la sua produzione mondiale che fu di 75 tonnellate nel 1885, ha raggiunto ora le 200 mila tonnellate all'anno. Il prezzo del metallo che nel 1855 era di 1250 lire il chilogrammo, nel 1909 era intanto disceso ad una lira e mezzo. Malgrado questo bassissimo prezzo, la grande fabbrica svizzera di Neuhausen dette nel 1909 un dividendo del 26 per cento.

Le alte temperature che ora possiamo raggiungere hanno permesso altresì di ottenere la *gemme artificiali*, gemme perfette – di composizione, di durezza, di rifrazione, di «acqua» del tutto identiche a quelle naturali. Attendendo di poter fare i grossi diamanti abbiamo intanto gli zaffiri e soprattutto i rubini artificiali, dei quali se ne fabbrica ora per oltre 1000 Kg. all'anno. I gioiellieri più esperti riescono qualche volta a distinguere questi «rubini

scientifici» e quelli naturali dal cosiddetto «smalto» e dalla «seta» delle pietre stesse, ma si tratta di caratteri piuttosto soggettivi: una distinzione sicura non può aversi che ricorrendo a delicate indagini scientifiche per mezzo dei raggi Röntgen, tanto l'imitazione è perfetta! Per conquistare il cuore della ingenua Gretchen, Faust non avrebbe ormai più bisogno di ricorrere alla soprannaturale onnipotenza... del Diavolo!

E così quel sogno di ricchezza e di potenza che era nato nella cella degli alchimisti e che i loro tentativi bimillenari non valsero a far fiorire, è divenuto realtà nelle fabbriche della grande industria. La pietra filosofale si può ben dire trovata! Ma essa non è già il comodo talismano, facile ed egoistico mezzo di felicità e di ricchezza che gli antichi cercavano; la moderna pietra filosofale è qualcosa di più elevato e di più degno, è lo sforzo vittorioso dell'indefesso lavoro umano fecondato dal sudore e qualche volta dal sangue, è la indomita tenacia di proposito e di azione, la insonnia delle notti assillate dalla risoluzione di un problema, è la fiamma del desiderio di tutto conoscere e tutto sapere onde l'anima umana arde ma non si consuma – come la salamandra simbolica di Francesco I, il re cavalleresco e galante.

III.

L'Italia e l'industria chimica.

«J'attends mon astre».

AMEDEO VI DI SAVOIA.

Ed ora, siccome nel momento che attraversiamo il nostro primo pensiero, la nostra preoccupazione precipua non può essere che per l'Italia e per le sue ascendenti fortune e molto nel Paese si aspetta specialmente dal risveglio delle applicazioni chimiche, non sapremmo abbandonare questo argomento senza accennare, sia pure fugacemente, a quello che l'Italia potrebbe fare in questo fertilissimo campo dell'attività umana. Mi limiterò soltanto ad alcuni accenni, poichè l'ora ne stringe e l'addentrarsi nell'argomento richiederebbe un ampio sussidio di dati statistici (commerciali, fiscali e doganali), che non è questo il momento nè il luogo di affrontare.

L'Italia, che pur dette alle dottrine ed alle teorie chimiche un contributo di pensiero e di genialità certamente non secondo a quello di qualsiasi altra Nazione, è soltanto da pochi anni incamminata nella via delle applicazioni industriali. Se noi siamo alquanto in ritardo, la colpa è stata piuttosto dei tempi che nostra. L'industria chimica straniera ebbe la sua ascensione vertiginosa si può dire dal 1860 in poi. L'Italia aveva allora da raggiungere

prima di tutto la sua unità politica, dall'accozzo degli antichi staterelli doveva far sorgere una nazione compatta di uomini liberi; conseguita l'unità, – e parve miracolo, fra fortunate e fortunate vicende – doveva aprire strade, costruire porti, scuole, acquedotti, estirpare la mala pianta del brigantaggio, formarsi un esercito ed una flotta.... e molte altre cose doveva fare l'Italia per uscire dalle condizioni di servaggio nelle quali era vissuta sotto l'oppressione dei passati Governi. Poi sopravvennero tempi grigi.... tempi di sconforto e di miseria, aggravati da condizioni fiscali asprissime, mentre d'altra parte il già rigoglioso fiorire delle industrie nei paesi d'oltre Alpe, non incoraggiava a tentativi e ad iniziative. Ma la guerra fu un brusco risveglio! Alla tragica luce della guerra tutti compresero quanta parte abbiano le industrie chimiche per la prosperità e per la difesa del Paese e così oggi in tutti gli Stati si è determinato un fervido risveglio di studi e di iniziative rivolto a sottrarre la produzione nazionale alla dipendenza straniera.

Ora le lavorazioni chimiche alle quali dobbiamo rivolgere una particolare attenzione e che è logico presumere avranno fra noi più vitale sviluppo, sono in primo luogo quelle che troveranno la loro base nelle risorse del nostro Paese e le loro materie prime nei nostri prodotti naturali, perchè coll'etere cosmico, sebbene onnipresente, possiamo bensì costruire delle seducenti teorie, ma finora almeno non sappiamo produrre un grammo di quello

che ci occorre.

È dall'aria atmosferica, riserva inesauribile di azoto e di ossigeno, a disposizione di tutti, senza gravame di dogane o di tasse, che possiamo procurarci l'acido nitrico ed i nitrati necessari alla fertilizzazione dei campi ed alla produzione degli esplosivi, rendendoci così indipendenti dalla importazione del nitro del Chili, i cui giacimenti d'altronde saranno un giorno esauriti. I tedeschi che durante la gran guerra, per il blocco degli alleati, non potevano più avere i nitrati cileni, è appunto dall'azoto atmosferico che debbono aver attinto continuamente, ed è facile pensare in quale misura, l'acido nitrico indispensabile per le loro munizioni guerresche.

Dall'azoto dell'aria possiamo pure procurarci l'ammoniaca, anche essa efficace fertilizzante, sia attraverso alla calcio-cianamide coll'energia elettrica, sia dagli azoturi metallici, sia per sintesi diretta.

Il mare, che abbraccia tanta parte della Penisola, può darci senza limite il cloruro di sodio per le industrie della soda elettrolitica, del cloro, degli ipocloriti, dei clorati, e per quelle frigorifere ogni giorno sempre più importanti. Dalle acque madri delle nostre saline, specialmente da quelle delle regioni più calde (Sicilia, Sardegna, Libia) potremmo ricavare anche il bromo ed i bromuri come la Francia fa con profitto nelle saline della Tunisia, ed inoltre i sali di magnesio e di potassio.

È da augurarsi che mercè lo sfruttamento razionale di un minerale di cui è ricca l'Italia centrale, la leucite, possa l'Italia divenire produttrice di sali potassici e di alluminio metallico. È di questi giorni l'annuncio di un impianto in via di attuazione che ci darebbe nitrato potassico dalla potassa della leucite e dall'acido nitrico dell'azoto atmosferico ed inoltre alluminio metallico allo stato di grande purezza. Mercè questa industria, dovuta esclusivamente a ingegno e capitale italiano, l'Italia che oggi produce normalmente appena 3500 tonnellate di alluminio (che non bastano ai bisogni interni) e che ha penuria di sali potassici, potrebbe invece divenire esportatrice di queste sostanze.

Finalmente dal mare, colle alghe che ne fissano e ne accumulano le più piccole quantità, si dovrebbe ricavare, almeno in parte, anche lo jodio di cui abbisognamo.

I prodotti del sottosuolo, lo zolfo della Sicilia e della Romagna, i minerali di piombo, di zinco, di mercurio, l'acido borico della Maremma, possono fornirci le materie prime per altri prodotti, in misura sufficiente almeno pel consumo interno.

Quanto ai mezzi, se la natura ci è stata avara di combustibile fossile, sarà compito della chimica italiana di escogitare quali innovazioni e quali perfezionamenti si possono introdurre nei processi tecnici per metterli meglio in corrispondenza colle condizioni del nostro Paese. Indubbiamente un importante avvenire è riserbato in Italia alle industrie elettrochimiche, ma non dobbiamo nasconderci che l'utilizzazione della energia idroelettrica

per la chimica è un problema più complesso di quello che a prima vista non sembri.

Oltre che dall'aria, dal mare, dalle viscere della terra le nostre industrie chimiche, e proprio queste saranno più specialmente «nostre», si dovranno rivolgere alla lavorazione di numerosi prodotti della nostra vegetazione che il bel sole d'Italia fa rigogliosa e lussureggiante.

La lavorazione dei prodotti degli agrumi, delle vinacce, degli olii e dei grassi vegetali, della manna della Calabria, la industria saccarifera come pure quella dell'amido, dell'alcool e degli altri prodotti delle fermentazioni, la preparazione dell'etere, del cloroformio, del tetracloruro di carbonio e in genere dei solventi organici che ci renderanno possibile l'estrazione degli alcaloidi e di altri principi attivi dalle piante, offrono pure un promettente campo allo sviluppo della nostra chimica.

Per l'estrazione degli alcaloidi e dei glucosidi conviene altresì dare impulso alla raccolta o alla coltivazione di certe piante medicinali che crescono da noi anche in terreni sterili e che per esempio abbondano nei boschi della Sardegna. Le pendici incolte dei monti, gli argini dei fiumi, i terrapieni possono accogliere tutta una vegetazione utile destinata a fornire la materia prima per certe lavorazioni ed a ciò potranno efficacemente contribuire anche le nostre colonie.

Il nostro clima, così favorevole alla floricoltura, dovrebbe far

prosperare anche nel nostro paese l'industria delle essenze odorose, che la Francia esercita con largo successo sulla Costa Azzurra e che perfino la Germania è riuscita ad impiantare tra le nebbie del nord. Nei tempi remoti l'Italia aveva il primato assoluto nella produzione e distillazione delle piante aromatiche e medicinali; ma fu poi sorpassata da altri paesi. Nelle regioni delle Alpi nevose si potrebbero coltivare con profitto tutte le specie della flora nordica: arniche, genziane, timi, lavande e ginepri, nell'Italia centrale le piante dei climi temperati e nelle isole quelle dei paesi caldi. Nell'ultimo anno si esportarono dall'Italia 150 milioni di lire di essenze di agrumi e di piante aromatiche, ma tale produzione può essere grandemente intensificata. La nostra esportazione di fiori freschi, compresi quelli per profumeria, raggiunge ogni anno il valore di alcune decine di milioni di lire, mentre noi ricompriamo poi dall'estero le essenze lavorate pagandole a carissimo prezzo. Anche di piante medicinali, aromatiche ed industriali noi ne inviamo all'estero annualmente parecchie tonnellate che poi ci ritornano sotto forma di estratti, tincture, polveri. ecc., imponendoci un tributo annuo di circa 250 milioni di lire.

Un altro campo di attività e di reddito per l'Italia è il rimboschimento dei terreni montani incolti e di quelli litoranei con piante resinose, da sfruttarsi per l'estrazione delle resine. Così pure la produzione della canfora dovrebbe prosperare bene in Italia; attualmente se ne importano circa 200 quintali all'anno. Il

rimboschimento delle regioni montuose, che tanto contribuirà a disciplinare il regime delle acque e che per molte altre ragioni è insistentemente invocato, ci potrà fornire il legno di quercia, di carpino, di faggio, di pino la cui deficienza impedisce ora all'industria della distillazione secca del legno di svilupparsi come dovrebbe. Dalla distillazione del legno si possono ricavare molte importanti sostanze ed inoltre il catrame vegetale che, analogamente a quello del carbone fossile, dà alla sua volta origine a molti prodotti, alcuni dei quali di interesse medicinale.

Più grave è il problema che riguarda la produzione dei derivati del catrame del carbon fossile, ma per la mancanza di questo ci rincuori l'esempio della Svizzera, la quale al pari di noi è priva di giacimenti carboniferi e non ha, come noi invece abbiamo, facili e aperte le vie del mare. Nondimeno, per quanto debba importare le materie prime, essa è solo inferiore alla Germania nella produzione dei derivati del catrame. Si tratta qui di lavorazioni nelle quali l'opera del chimico fa aumentare a dismisura il valore della materia prima e permette quindi di compensare ampiamente le spese di acquisto e di trasporto.

Ma non dobbiamo dimenticare che l'Italia, che regge la spiga e guida l'aratro, come nelle antiche monete consolari, è soprattutto l'*alma parens frugum*, che aspetta la sua principale ricchezza dalla produzione agricola. Ora, da quando Liebig nei dintorni di Giessen, coll'impiego di concime chimico, mostrò come si possa

trasformare un terreno sabbioso in un giardino in piena fioritura, fu reso evidente che per la coltura dei campi non basta più il tradizionale solco dell'aratro ed il gesto augusto del seminatore, ma conviene altresì rendere efficacemente alla terra quello che la vegetazione le toglie. Per il progresso agricolo del nostro Paese e per la fertilità del nostro terreno impoverito da 25 secoli di coltivazione, è quindi della più grande importanza la produzione chimica delle sostanze fertilizzanti. È anche intensificando l'uso di queste che potremo affrontare con sempre maggiore successo la «battaglia del grano», per la quale la saggia previdenza del Duce ha saputo suscitare tanto entusiasmo. Giova qui ricordare che la popolazione dell'Italia che nel 1700 era di 16 milioni e 477.000 abitanti (52,5 per km.²) ha nel 1927 raggiunto il cospicuo numero di 40 milioni e 796.000 abitanti (131,5 per km.²). Bisogna dunque far fronte agli aumentati bisogni della nostra popolazione, e spetta quindi alla chimica anche il nobile compito di rendere più benigna la Terra e più liete le faticose opere dei campi, promovendo insieme colla fertilità dei solchi una maggiore prosperità della Patria.

Vasto dunque e promettente è il campo che si dischiude alle applicazioni chimiche anche in Italia, e senza pretendere di voler produrre tutto, che sarebbe un errore pericoloso, a molto si potrà provvedere. Ma perchè quello che ho sommariamente e solo

in parte accennato possa tradursi in realtà, occorre l'opera concorde di tutti: ed occorre che dirigenti ed industriali si persuadano che, nello stato attuale della scienza, è essenzialmente incoraggiando ed aiutando gli studi e le ricerche della scienza pura che si alimentano *alla loro radice*, e perciò nel modo più efficace, le industrie e le applicazioni. Oggi l'industria ed in ispecie quella chimica, non può più essere empirica! Gli esempi sopra ricordati ci siano di insegnamento e di monito. Per uscire vittoriosi dalla grande competizione internazionale odierna bisogna tendere nello sforzo tutte le energie e tutte le volontà e bisogna armarsi di tenacia e di fede nel destino d'Italia.

Ma il destino quasi sempre non è che la conseguenza logica dei fatti e delle azioni umane. — Questa Italia che ha dato tre civiltà al mondo: la civiltà etrusca, chiusa per noi nel mistero più che due volte millenario delle sue tombe e delle sue are, la civiltà romana, civiltà materiata di imperialismo e di giure — quando l'Urbe centro del mondo irradiava la luce sui popoli — e la civiltà del Rinascimento, civiltà di pagana bellezza e di armonia, — questa Italia, per segni non dubbî, è ora da lungo letargo chiamata a nuovo splendore sotto la guida ferma e dalla volontà illuminata di un Uomo che tutto il mondo c'invidia. La scoperta dell'America e di una via marittima per le Indie avevano allontanato da lei il fluire dei grandi commerci e dei traffici, l'invenzione della macchina a vapore e le grandi industrie figlie del ferro e del carbone fossile avevano avvantaggiato piuttosto le altre Nazioni che non

lei, povera di ferro e quasi priva di carbone. Ma dopo che il canale di Suez, attivando nuovi scambi e nuove migrazioni umane, ha fatto ritornare l'Italia in una posizione di privilegio, sull'unica grande strada intercontinentale, dopo che lo sviluppo dell'elettrotecnica ha inaugurato una nuova èra nella vita economica dell'Umanità, è legittimo auspicare alla nostra Patria tempi migliori. Ed è da voi, o giovani, che si attende questo nuovo avvento dell'Italia nei destini del mondo.

O giovani, i vostri compagni che caddero sulle Alpi o nel Carso hanno mostrato come per la Patria si combatte e si muore; sta a voi il mostrare come per la Patria si vive e si opera. Alla grandezza d'Italia essi hanno immolato il più prezioso dei beni, la giovinezza; sta a voi il dare un non mai visto fervore di opere e di pensiero che avvicini la vostra vita al loro sacrificio immortale. Questo è il sacro retaggio e questo è il nobile compito che la loro morte ha legato alla vostra vita. A voi l'accoglierlo con religione devota, a voi il mandarlo ad effetto

coll'animo che vince ogni battaglia.