

2) *I Quattro elementi*



C'è una zona su Gaia, uno spazio “vibrante”, dove avviene il “fragile miracolo” della vita.

E' **la biosfera**. Si distende sopra la Terra, come una fascia, i cui limiti sono da pochi chilometri sotto i nostri piedi a pochi chilometri sopra la nostra testa. E' in questo luogo così variegato, dalle lussureggianti foreste tropicali alle distese di ghiaccio, dai fondali oceanici alle vette montuose, dalle falde acquifere più profonde alle zone aeree ricche di cirri, che la vita si esprime nelle infinite e fantasiose forme. La giraffa dal lungo collo, il lento millepiedi, le alghe azzurre, la lucciola luminescente, l'umido muschio, l'usignolo melodioso, la screziata orchidea, la medusa trasparente, l'ape danzante, il possente baobab, la balena canterina, il fantasmagorico batterio, il rosso corallo, l'uomo l'achillea e la farfalla: tutti preziosi ospiti di questo pianeta.

Gli elementi fondamentali per la vita sono: la terra, l'acqua, l'aria e il fuoco.

La terra, il suolo: siamo così convinti che non esista niente di più solido, di più statico!

E invece, la terra sotto i nostri piedi, trasportata dalle zolle rocciose, si sposta, si muove, i continenti vanno lentamente alla deriva, sotto la spinta dei flussi di calore del mantello semifuso sottostante. La terra, costituita dalla roccia originaria, che, sottoposta alla degradazione da parte degli agenti atmosferici, quali le piogge e i venti, si sbriciola. Arricchita dall'acqua, dall'aria e dalle radici, ospita numerosissime forme di vita: batteri, lieviti e ife del micelio dei funghi che trasformano le sostanze del suolo, azoto, fosforo e zolfo e le rendono assimilabili dalle piante. A sua volta la terra si arricchisce di sostanze organiche morte che la rendono fertile per nuovi soggetti di vita. In un ciclo continuo vitale di nascita e morte. E così i vegetali, le piante, assorbono dal terreno le sostanze nutrienti con l'acqua e le trasportano sottoforma di linfa grezza, fino alle parti verdi, in modo particolare alle foglie. Qui c'è un pigmento verde, detto clorofilla, che, grazie alla luce solare e all'anidride carbonica presente nell'aria, consente trasformazioni chimiche (la fotosintesi clorofilliana) che producono, come materiale di scarto, ossigeno, e come materiale organico, utilizzabile dalla pianta, zuccheri e acqua,

detta linfa elaborata.

I vegetali, le piante, sono quindi capaci di trasformare le sostanze inorganiche in materiale organico, sono cioè autotrofi, non hanno bisogno di cercare il cibo per procurarsi l'energia per i propri processi vitali ma sanno sfruttare l'energia luminosa. Gli animali invece non sono capaci di produrre da soli sostanze organiche ma se le devono procurare, già fatte, cibandosi o di vegetali o di altri animali. Gli animali senza i vegetali non potrebbero esistere, anche per i carnivori il primo elemento della propria catena alimentare è sempre costituito da muschio, erba, semi, frutta, arbusti, piante.

Solo i vegetali sono in amorosa intimità con la luce solare.

L'acqua: la superficie del nostro pianeta è ricoperta per i sette decimi di acqua, ghiacciai, laghi, mari e oceani. E' l'unico pianeta conosciuto ad essere ricoperto da acqua liquida, ad avere l'acqua allo stato liquido, gassoso e solido...e guarda caso, **"la vita"**, così per come noi la conosciamo, è sulla Terra. Tutti gli organismi viventi sono costituiti da gocce di acqua, leggermente salina, racchiuse in sacchetti: le cellule.

Dalla navetta spaziale Apollo 14, la Terra si vedeva blu...il colore degli oceani, il colore di Gaia... pianeta vivente.

E' la forza di gravità, esercitata dal nucleo ferroso della Terra, che consente di mantenere adesa alla sua superficie gli strati di acqua liquida. Ma come ha fatto l'acqua a formarsi? Nelle fasi evolutive della Terra si alternarono epoche con assenza e poi presenza di atmosfera primordiale; questa atmosfera era ricca di azoto, anidride carbonica e di vapore acqueo prodotto grazie all'evaporazione di ghiacci portati da comete e asteroidi, al degasamento e al vulcanesimo. Il vapore acqueo cominciò a condensare per saturazione e formò gli oceani. Ed è negli oceani che si sono evolute le prime forme di vita. Sono state le prime alghe fotosintetizzanti a liberare, con il processo di fotosintesi, ossigeno allo stato libero nell'atmosfera. E così, mentre alle origini della Terra, non c'era ossigeno nell'atmosfera, ed è ciò che ha consentito alla vita di iniziare, oggi è la presenza di questo gas a permettere alla maggioranza degli organismi di vivere. Tutt'oggi il 70% dell'ossigeno che si trova nell'atmosfera è prodotto dalle alghe marine, sono loro, insieme ai vegetali terrestri, a mantenere costante la percentuale di ossigeno presente nell'aria che respiriamo; è grazie a loro, al perfetto equilibrio che mantengono, se molte specie animali, tra cui noi uomini, continuano a vivere.

Meno del 3% dell'acqua presente sulla Terra è acqua dolce, di questa la maggior parte è inglobata nelle calotte polari, e della restante, soltanto una piccola parte è nelle sorgenti, ruscelli, fiumi, laghi e la rimanente è acqua freatica, cioè acqua al di sotto della superficie terrestre. Tutti gli organismi viventi necessitano di acqua per vivere; gli organismi terrestri, di acqua dolce. Gli esseri viventi sono costituiti da

cellule, ci sono organismi unicellulari e organismi più complessi, come l'uomo, formati da miliardi di cellule. Ogni cellula, nella sua vita, tende a mantenere costante il proprio volume e cioè la quantità del proprio liquido-gel, compartimentato in varie strutture, l'80% di questo liquido è costituito da acqua. E ogni cellula è immersa nel liquido extracellulare, anche lui all'80% acqua, che naviga in tutto il corpo. Lo "stimolo della sete" ci agisce per consentire il ricambio dell'acqua cellulare ricca di scorie e per evitare la disidratazione dovuta alla temperatura esterna e ai cibi di cui ci alimentiamo. E' per questo che tutte le piante, tutti gli animali e tutti gli uomini, reintegrano nel loro corpo quantità di acqua dolce.

L'aria: è l'insieme dei gas che costituiscono l'atmosfera, la fascia che avvolge la Terra dalla sua crosta fino al vuoto dello spazio. E' costituita dal 78% di azoto, dal 21% di ossigeno, l'1% è argon, altri gas, quali per esempio l'anidride carbonica, sono presenti solo in tracce. Non è sempre stato così sulla Terra, all'origine non c'era ossigeno mentre abbondava l'anidride carbonica, lentamente la vita ha modificato la composizione dell'aria e tende a mantenere questo equilibrio così favorevole per la vita animale.

Anche l'atmosfera rimane legata alla Terra per la forza di gravità che essa esercita e, sempre per questo, l'aria è più densa a livello del mare e più rarefatta negli strati più alti, dove addirittura atomi di idrogeno, essendo i più leggeri, vengono dispersi nello spazio.

L'atmosfera è uno scudo che protegge la Terra dalle radiazioni elettromagnetiche del Sole, in parte assorbendole e in parte riflettendole. E' composta da vari strati: gli strati più lontani che fanno parte della ionosfera sono quelli che assorbono le onde corte (gamma e x) le più pericolose; è invece nella stratosfera che si trova uno strato di ozono che assorbe le radiazioni ultraviolette che altrimenti distruggerebbero il DNA degli organismi viventi. Solo una parte delle radiazioni solari arriva sulla superficie terrestre, qui viene reirraggiata verso l'atmosfera ma ad una lunghezza d'onda più lunga, infrarossa (quella che ci dà calore), che però viene intrappolata, nella troposfera, dall'anidride carbonica e dal vapore acqueo e rinviata di nuovo verso la Terra, creando così "l'effetto serra". E' questo fenomeno che consente di avere sulla Terra una temperatura più alta e permettere così il proliferare della vita. Grazie al calore trattenuto nello strato di atmosfera a contatto con la superficie terrestre, avviene l'evaporazione degli oceani e delle acque dolci. Il vapore acqueo, risalendo e raffreddandosi, forma le nubi, che con i fenomeni meteorologici restituiscono l'acqua dolce al pianeta.

Il fuoco: è l'energia che ci dà il Sole: la nostra stella. E' grazie a questa che la vita é. E' grazie anche alla Terra, al fatto che si trovi "alla giusta distanza" dal Sole, che sul nostro pianeta ci sia la vita, così per come la conosciamo.

Il 5° elemento: è l'amore... per tutti gli esseri viventi e per tutti gli elementi che ci circondano... per noi stessi.

Evoluzione del concetto di elemento: da Talete a Lemery

I quattro elementi: Terra, Aria, Acqua e Fuoco

LA FILOSOFIA DELLA NATURA E LA RICERCA DEI PRINCIPI

- Il primo concetto di principio (elemento primordiale o archè)
- Lo "scienziato filosofo" alle origini della cultura occidentale
- Democrito
- Socrate
- Platone
- Aristotele

LA CULTURA ELLENISTICA E LA NASCITA DELL'ALCHIMIA

- La cultura ellenistica alessandrina
- Erone
- La nascita dell'alchimia araba

DAL XIV AL XVI SECOLO: UN PERIODO DI CHIMICA APPLICATA

CHIMICA APPLICATA E TEORICA DELLA PRIMA META' DEL XVII SECOLO

IL PASSAGGIO ALLE TEORIE ATOMISTE

XVIII SECOLO: IL FLOGISTO E L'AFFINITA'

LA FILOSOFIA DELLA NATURA E LA RICERCA DEI PRINCIPI

Il primo concetto di principio

(elemento primordiale o archè)

Nel tentativo di comprendere l'origine delle cose, l'uomo è obbligato ad ammettere due possibilità: creazione dal nulla o da una qualche sostanza primordiale.

L'idea del nulla è difficile da concepire, è molto più semplice ammettere che esista qualche materia primordiale, disorganizzata e caotica, ma connessa alle cose con cui abbiamo a che fare quotidianamente.

Così, una volta organizzato il mondo, per ogni qualità si trova il suo contrario (ad esempio caldo e freddo) per cui la materia primigenia si suddivide in due categorie opposte.

Avendo concepito gli opposti in questo modo sembrava che gli uomini dovessero colmare la spaccatura che si era creata tra questi. Se esistevano il positivo e il negativo, doveva esserci anche il neutro.

Così nacque il numero mistico tre, e questi concetti si possono sviluppare in modo dettagliato per spiegare tutto.

Il concetto dei due opposti e del terzo mediatore sarà utile per spiegare il pensiero degli antichi chimici.

All'inizio del periodo alchimistico ogni pianeta era messo in relazione ad un particolare metallo ma una importante conseguenza delle idee astrologiche applicate all'alchimia fu che alle grandi potenze celesti corrispondevano più piccoli oggetti terrestri per cui il cambiamento di uno si rifletteva nel cambiamento dell'altro.

L'immenso mondo esterno veniva chiamato macrocosmo, al contrario quello dell'uomo di dimensioni ridotte era il microcosmo.

Lo "scienziato filosofo" alle origini della cultura occidentale

Per i greci dell'epoca classica lo scienziato era il filosofo. La formula del pensatore greco era la speculazione, non l'esperimento.

I nomi dei filosofi giunti a noi sono di uomini di cultura che cercavano di spiegare la natura dell'universo e di darne una giustificazione plausibile.

Non consideravano nessuna entità in maniera minuziosa ma tutto veniva studiato su scala macroscopica con ampie generalizzazioni. Ad esempio, la prima scuola di pensiero greca, la scuola ionica di filosofia, cercava di spiegare i multiformi cambiamenti del mondo in termini fisici.

Il primo filosofo il cui nome è giunto fino a noi è Talete (640 - 546 a.C.). I suoi studi furono guidati da curiosità intellettuale piuttosto che da necessità pratiche; egli fu il primo di una lunga serie di pensatori greci a cercare la conoscenza per proprio piacere personale.

La chimica attuale e l'alchimia dei secoli passati cominciarono appunto da una domanda che egli pose : "Si può considerare tutto come derivante da un'unica realtà, che appare in forme diverse ? ". Talete stesso rispose dicendo che l'acqua era questa realtà, in quanto può essere trasformata in aria e può essere congelata fino a diventare un solido; in conseguenza si può affermare che sia l'origine di tutte le cose.

Il discepolo di Talete fu Anassimandro (611 - 545 a.C.). Ogni cosa, a suo modo di vedere, trovava il suo principio nell'indistinto, che dava origine ai mondi.

I mondi potevano apparire e sparire in questo indistinto, e questi a loro volta erano composti di caldo e di freddo.

Questa concezione fu ampliata da Anassimene (585 - 528 a.C.), allievo di Anassimandro.

Egli scartò il concetto dell'indistinto di Anassimandro e considerò come elemento fondamentale l'aria. Anche questo elemento, come l'acqua di Talete e l'indistinto di Anassimandro, aveva qualche somiglianza con il caos primitivo. La teoria di Anassimene è più materialista delle precedenti: per rarefazione l'aria produce il fuoco, mentre la condensazione porta alla formazione dell'acqua e della terra.

Ciò che è importante della teoria di Anassimene è che questi processi si svolgono continuamente e tutto si trasforma di continuo benché non esista alcun concetto di elemento; si definisce soltanto lo stato fisico della materia: solido, liquido, gassoso.

Parmenide e Zenone, più o meno nella stessa epoca, enunciarono una teoria unitaria per la quale non esisteva il moto, né una forza che portasse alla disunione.

Un altro filosofo della scuola ionica fu Eraclito che scelse il fuoco come origine di ogni cosa. Diede in particolare risalto al continuo mutare delle cose, e fu forse la mobilità del fuoco che lo indusse a sceglierlo: come un fiume "tutto scorre". Un mondo ha inizio quando il fuoco si condensa in acqua e da questa passa in terra. Inoltre la sua era una "fisica degli opposti"; gli opposti formano il macrocosmo e lo stesso insieme di opposti, lo stesso continuo cambiamento, ha luogo nel microcosmo, l'uomo.

Così nella scuola ionica c'era un continuo progredire e svilupparsi dell'idea di una materia primordiale organizzata in opposti come caldo e freddo, umido e secco.

I concetti di atomo e di vuoto nella scena filosofica sono posterì.

L'ultimo filosofo della scuola ionica di filosofia fu Anassagora di Clazomene (499 - 428 a.C.), il quale ipotizzò l'esistenza di un numero infinito di minuscole particelle che chiamò "semi" le quali non subivano né creazione né distruzione. Tali semi non erano atomi come li definiamo noi, dal momento che contengono parti microscopiche di tutto ciò che esiste, le cui quantità variano di seme in seme. Anassagora introdusse pertanto il principio che i simili si attraggono per spiegare le diverse composizioni dei semi. Inoltre, per spiegare la separazione e il moto, ipotizzò che un'intelligenza guida fosse la responsabile del continuo mutamento.

Un medico - filosofo contemporaneo di Anassagora fu Empedocle di Agrigento (490 - 435 a.C.) che diede forma più precisa ai concetti di fuoco, acqua e terra, e conferì all'aria un'importanza uguale agli altri tre elementi, al contrario della tendenza di considerarla solo uno stato di transizione tra acqua e fuoco. Empedocle ammise come base l'esistenza di atomi, non di tipo infinito come aveva fatto Anassagora, ma solamente di quattro specie diverse. Per la prima volta veniva esposta chiaramente la teoria per cui c'erano soltanto quattro elementi composti di particelle minuscole e invariabili. Tutti gli oggetti visibili erano composti da questi elementi (o radici).

Empedocle ammetteva l'esistenza di due ulteriori componenti di ogni oggetto: l'Amicizia e il Dissidio. Sotto l'influsso dell'amicizia gli elementi tendevano a combinarsi; sotto l'influsso del dissidio si separavano.

Questo fu il primo tentativo per spiegare la combinazione in termini di un insieme fisso di forze, e come tale Empedocle può essere considerato il precursore della dottrina dell'Affinità.

Tuttavia Empedocle non pensava in termini di energia come facciamo noi quando usiamo il termine affinità: l'amicizia e il dissidio avevano una natura materiale come i quattro elementi.

La filosofia di Empedocle era estremamente materialistica. Empedocle dimostrò con mezzi fisici che l'aria è un corpo materiale immergendo una clessidra nell'acqua: l'acqua infatti non riempiva completamente il cono e solo quando veniva aperta la cima veniva immerso.

Ma non si trattava di un esperimento nel senso moderno del termine perché serviva a confermare un'idea già stabilita.

Democrito

La teoria atomica raggiunse il suo apice, per quanto riguarda la filosofia greca, nei concetti sviluppati da Leucippo, di cui non si sa quasi nulla, e dal suo allievo, Democrito di Abdera (circa 460 - circa 370 a.C.).

Nella teoria di Democrito il mezzo nel quale aveva luogo il moto degli atomi era il vuoto.

Il concetto di vuoto era stato rifiutato come impossibile da Parmenide e dalla sua scuola.

La teoria atomica di Democrito era la più materialistica che fosse stata sviluppata fino a quell'epoca.

Socrate

La reazione alle posizioni estreme del materialismo raggiunse quasi il suo apice con Socrate (470 - 399 a.C.). Poiché da giovane non lo avevano convinto le teorie della scuola ionica, Socrate si rivolse alla ricerca di un ideale di perfezione dell'uomo, in opposizione alla natura.

Platone

Socrate trasmise questo modo di vedere al suo grande allievo Platone, il quale si allontanò più di tutti dalle teorie cosmologico-scientifiche e operò un tentativo di dare realtà ai concetti ideali attraverso processi puramente intellettuali.

Questo è un tentativo per spiegare la natura partendo dalla fine. La causa di tutto va concepita come uno scopo finale che attira.

La spiegazione platonica della natura è principalmente pitagorica e socratica.

Tutto viene combinato dall'intelligenza divina in modo da produrre il miglior mondo possibile.

Armonia e forma sono ugualmente importanti. In questa teoria, armonia e forma sono ugualmente importanti.

Platone ammette i quattro elementi di Empedocle, ma dà ai loro atomi delle forme geometriche delimitate da piani. Per la terra, i piani sono costituiti da quadrati che si possono combinare solo in modo da formare un cubo, figura stabile non trasformabile in alcun'altra forma.

Così si possono spiegare la stabilità e la solidità della terra. Gli atomi degli altri tre sono definiti da triangoli, per mezzo dei quali è possibile costruire vari poliedri regolari.

Il fuoco, l'elemento più penetrante, è composto da tetraedri, dal momento che questa figura ha i vertici più appuntiti e può penetrare meglio; l'ottaedro rappresenta l'aria; l'icosaedro l'acqua.

Platone, invece, non concepiva gli elementi come immutabili; i triangoli delimitanti potevano ridisporsi per formare altre figure e così gli elementi potevano trasformarsi l'uno nell'altro.

La spiegazione platonica della loro interconvertibilità ebbe peso sulla teoria alchimistica che si sviluppò più tardi. Platone inoltre sentiva che dietro al continuo mutare degli elementi ci dovesse essere qualcosa di eterno.

Platone considerava come spazio la materia esistente dietro le varie forme degli elementi e vi si riferiva come alla "nutrice della generazione"; su di esso era impressa la forma della sostanza soggetta a mutamento, ma nessun cambiamento avveniva nella "nutrice" medesima.

Aristotele

Le idee di Aristotele (384-323 a.C.), allievo di Platone, influenzarono molto più direttamente le generazioni successive, tanto che la rappresentazione della natura che egli diede divenne la sola e l'unica accettata dal pensiero scientifico fino all'epoca del Rinascimento.

Anche se Aristotele, aumentando nel tempo il suo istinto per un pensiero pratico e meno astratto, si allontanava da Platone, non abbandonò mai l'idea platonica che lo scopo finale spiegasse il meccanismo del mondo. La base di tutto per Aristotele è la materia primigenia che corrispondeva alla "nutrice della generazione" di Platone, sulla quale vengono impresse le qualità specifiche che danno a una singola sostanza la sua forma caratteristica.

Se la materia primigenia era alla base di tutto, non restava spazio per gli atomi in un vuoto del tipo di quello postulato da Democrito, e Aristotele non era un atomista; ciononostante accettava l'idea dei quattro elementi e per spiegarne l'esistenza, ammise la mediazione di un insieme di qualità, che si riportavano alla fisica degli opposti di Eraclito.

Aristotele si limitò però a quelli che sentiva effettivamente tangibili: caldo, freddo, secco, umido.

Le prime due erano attive, le seconde passive.

Egli sviluppò le sue teorie nel modo seguente:

1. **Caldo e asciutto** = **fuoco**
2. **Caldo e umido** = **aria (in senso di vapore)**

3. **Freddo e umido** = acqua
4. **Freddo e secco** = terra

Gli elementi di Aristotele non sono elementi nel senso che noi diamo alla parola, ma solamente combinazioni di qualità. Queste qualità potevano variare in qualsiasi grado e così era possibile trasformare qualunque elemento in qualunque altro. Per trasformare l'aria in acqua bastava che il caldo fosse separato dal freddo, dal momento che l'umidità era comune a entrambi.

Il primo grado di combinazione era una combinazione di qualità per produrre degli elementi, i quali potevano combinarsi in qualunque proporzione per produrre dei composti omogenei che corrispondono ai semi di Anassagora. Per Aristotele l'individualità di una sostanza completamente persa quando essa si combina, e il prodotto risultante è qualcosa di completamente nuovo, anche se può mostrare delle qualità che gli derivano dai componenti. Queste rimangono, però, qualità del nuovo prodotto e non del vecchio.

In nessuna storia della scienza potrà mai essere sopravvalutato l'influsso di Aristotele.

[<torna su>](#)

LA CULTURA ELLENISTICA E LA NASCITA DELL'ALCHIMIA

La cultura ellenistica alessandrina

Con Aristotele ha fine il periodo della Filosofia classica greca. Ciò è dovuto al più famoso allievo di Aristotele, Alessandro Magno, il primo conquistatore del mondo noto che, completate le sue conquiste, morì a Babilonia nel 323 a.C.

La più famosa delle sue colonie e la più significativa per la storia della chimica fu Alessandria, che egli fondò sulla foce del Nilo nel 332 a.C.

Il più grande centro della cultura ellenistica si trova ad Alessandria. I Tolomei erano mecenati della cultura in tutte le sue forme e la grande biblioteca, il museo e l'università che essi fondarono, grazie all'apporto di cultura di filosofi e studiosi da tutto il mondo. Un certo numero di correnti di pensiero si incontrarono e si fusero producendo filosofie e religioni nuove e in questo grande crogiolo nacque l'alchimia.

Erone

Erone di Alessandria, che visse probabilmente tra il 62 e il 150 d.C., era strettamente legato ai principi di Aristotele come tutti i suoi contemporanei e quando tentava di spiegare i fenomeni naturali che non avevano un aggancio diretto con il suo lavoro, le sue spiegazioni erano strettamente aristoteliche.

Eppure quando dovette spiegare fenomeni che effettivamente riguardavano il suo lavoro, si allontanò dal pensiero di Aristotele. La maggior parte dei meccanismi che descrisse venivano messi in funzione dal vapore. In tutti i casi la forza motrice era la pressione del gas e, per questa sua concezione, sotto molti aspetti anticipò la teoria cinetica.

Le osservazioni di Erone sulla combustione sono molto vicine a concetti che poi, in realtà, non furono accettati fino all'epoca di Lavoisier e all'inizio della chimica moderna.

Il motivo principale per cui scienziati come Erone non anticiparono le scoperte del XVIII secolo fu la tendenza propria del periodo più antico della filosofia greca, in base alla quale gli esperimenti servivano per dimostrare un'ipotesi concepita prima e non per scoprire una nuova verità.

Le teorie di Aristotele venivano usate in tutti i casi possibili per spiegare fatti nuovi, e quando

l'osservazione diretta portava alla formulazione di concetti diversi, quelli aristotelici venivano usati per attribuire loro maggior peso.

Ma ad Alessandria gli artigiani vennero in contatto per la prima volta con un grande fermento di idee e le teorie dei filosofi poterono essere applicate ai procedimenti messi in pratica dagli artigiani, cosicché le speculazioni astruse poterono essere limitate da un'effettiva conoscenza del comportamento della materia in molte forme. Per la prima volta si ebbe un'unione tra chimica teorica e applicata, e da questa unione si sviluppò un vano del sapere del tutto nuovo: l'alchimia.

La nascita dell'alchimia araba

La tradizione collega alle origini dell'alchimia araba i nomi di uomini che probabilmente non sono mai stati alchimisti. Non vi è dubbio che le origini dell'alchimia araba siano da ricercare nella scienza greca. Gli alchimisti musulmani attribuiscono a Khalid Ibn Yazid il merito. Dopo di lui, l'alchimista più importante fu Giabir as Sadiq (699/700 - 765), discendente del genere di Maometto. Fu con gli scritti attribuiti a Giabir Ibn Hayyan che finalmente si raggiunse una posizione più definita dell'alchimia araba. Tali scritti comprendevano una vasta collezione di opere su tutte le fasi dell'alchimia, dell'astrologia, della cosmologia, del misticismo e di argomenti ad essi connessi, che si dice siano stati scritti da Giabir, il discepolo di Giafar as Sadiq.

I concetti di Giabir sulla materia sono fondati sui quattro principi aristotelici; inoltre egli ritiene che i metalli non siano altro che una combinazione di due di questi principi ai quali essi debbono le loro proprietà, che sono chiamate qualità "esteriore". Oltre a queste proprietà insite nella sua natura, il metallo ne contiene altri due che sono dette qualità "interiori".

Per trasformare i metalli basta solo estrarre le qualità per mezzo di un "elisir", sostanza che non è menzionata in modo esplicito nell'alchimia greca. La teoria dei due opposti si ritrova nell'opera di Giabir, in cui si afferma che i due diretti costituenti dei metalli, considerati come opposti alle loro qualità fondamentali, siano lo zolfo e il mercurio. Giabir, inoltre, attribuisce l'importanza all'uso di sostanze vegetali per la preparazione di elisir, nelle sue opere si dà molta importanza al sale ammonico (cloruro di ammonio) -che i greci non conoscevano- per la sua volatilità. Gli scritti di Giabir erano particolarmente importanti per la loro chiarezza e la loro indipendenza dal misticismo. Giabir ammise tacitamente l'esistenza della trasmutazione.

Ci fu tuttavia, un famoso medico arabo che dubitò persino della esistenza della trasmutazione. Questi fu Abu'Ali al-Husain ibn Abdullah ibn Sina chiamato Avicenna in occidente, il medico più famoso dell'Islam. Nel suo libro Kitab al-Shifa (Il libro delle cure) tratta della formazione dei minerali che egli classifica in pietre, sostanze fusibili, zolfi e sali.

Le teorie di Avicenna sono fondamentalmente aristoteliche, ma egli identifica le esalazioni di vapori e di fumi, che Aristotele pensava formassero i metalli e le terre, con il mercurio e lo zolfo, concetto già espresso da Giabir.

Durante l'XI, XII, XIII secolo, un certo numero di alchimisti scrisse libri e commentari nuovi sugli antichi testi.

Gli arabi resero il loro più grande servizio tramandando i principi della civiltà ellenistica e degli esperti ellenistici che furono i veri fondatori dell'alchimia.

Mettendo insieme i concetti che provenivano da Alessandria, gli arabi diedero all'alchimia una formulazione esplicita della teoria zolfo - mercurio sulla composizione delle sostanze; inoltre fornirono una chiara esposizione della dottrina dell'elisir, la pietra filosofale.

Nel lungo periodo in cui l'alchimia fu trasmessa agli arabi, e subì nelle loro mani un'importante trasformazione, quest'arte scomparve dall'Europa occidentale.

Uno degli importanti sviluppi applicativi del periodo fu il grande miglioramento nell'arte della distillazione.

In Italia in quest'epoca gli artigiani difatti cominciarono a migliorare la qualità della vetreria, e con questo materiale così perfezionato fu possibile preparare soluzioni concentrate di alcol, chiamate aqua vitae, acqua della vita.

Un risultato persino più importante ottenuto dal miglioramento della distillazione fu la scoperta degli acidi minerali.

Gli alchimisti ellenistici avevano spesso calcinato i vetrioli, ma non ne avevano mai condensato i prodotti volatili. Questo ora era possibile.

La scoperta degli acidi minerali significò per i chimici una maggiore possibilità di sciogliere le sostanze e di far avvenire reazioni in soluzione.

Grazie all'opera di Costantino l'Africano (1020 - 1087) nel XI secolo un gran numero di studiosi occidentali si rese conto dei grandi tesori scientifici disponibili in lingua araba e fra il XII e il XIII secolo apparve in tutta Europa una quantità di manoscritti di alchimia in latino, traduzioni integrali del testo arabo.

Il XIII secolo fu un secolo di grandi enciclopedisti, sicché i lettori di manoscritti poterono formulare delle idee sulle teorie e i metodi formulati dagli alchimisti arabi.

Questi enciclopedisti perseguivano il compito che si erano proposti: la raccolta e la sistemazione delle diverse realtà, delle teorie sulla natura del mondo e sulle proprietà delle sostanze. In verità raramente consultavano i libri di ricette dei chimici pratici e così non erano al corrente delle nuove scoperte che venivano fatte.

Quasi contemporanei di questi studiosi furono tre uomini che personalmente contribuirono allo sviluppo della chimica: il missionario e studioso catalano Raimondo Lullo (1235-1315), il medico catalano Arnolfo da Villanova (morto nel 1311) e il frate inglese Ruggero Bacon (morto circa nel 1292).

Verso la fine del XIII secolo la maggior parte delle traduzioni di testi arabi era stata portata a termine e gli studiosi europei potevano proseguire il loro lavoro in modo indipendente.

Gli scrittori del XIV e XV secolo però si rivelarono meno originali di quanto ci si poteva aspettare in confronto ai grandi progressi realizzati durante il XII e XIII secolo, e questo perché la nuova indipendenza non portò subito a un rapido sviluppo della scienza ma sembrava che gli studiosi dovessero ponderare a lungo sul materiale a loro disposizione.

I risultati effettivamente conseguiti furono la creazione di nuove università, l'organizzazione di quelle già esistenti, la scoperta della stampa e il grande progresso della conoscenza del mondo determinata dalle attività degli esploratori. L'attività pertanto si concentrò nella produzione di un numero sempre maggiore di manoscritti di alchimia che ripetevano semplicemente quello che era già stato detto. Tra i libri di questo periodo, quello che esercitò maggior influsso e che venne copiato più spesso fu l'opera dell'alchimista arabo Geber (Giabir in latino). Gli alchimisti del XIV e del XV secolo fondarono i loro scritti sui principi e sulle tecniche di quest'opera.

Nella speranza che il nome conosciuto avrebbe fatto più presa sui lettori, la maggior parte dei manoscritti furono attribuiti ad alcuni famosi scrittori del passato, quali Arnolfo da Villanova, Raimondo Lullo e Ruggero Bacon.

La possibilità di usare i metodi chimici degli alchimisti del passato in campi diversi stava prendendo piede tra i medici, i fisici e i farmacisti.

Così con l'avvento del XVI secolo la situazione cambiò completamente, e per la prima volta i metodi chimici vennero descritti molto dettagliatamente.

La chimica non era ancora una scienza autonoma, era rimasta ancora al servizio della medicina e di altre specialità; ma gli scritti degli scienziati del XVI secolo mostrano quanto essa fosse progredita: era aperta la strada per coloro che nel XVII secolo si sarebbero potuti definire chimici.

[<torna su>](#)

Mercurius recte & chymice praecipitatus vel sublimatus, ia
sua Propria Aqua resolutus & rursum
coagolats

DAL XIV AL XVI SECOLO: UN PERIODO DI CHIMICA APPLICATA

Il XVI secolo rappresenta un periodo di grande progresso scientifico. Molti dei nuovi sviluppi in campo sia sociale sia culturale favorirono un atteggiamento nuovo nell'affrontare i vecchi problemi, ma non essendo ancora la chimica una scienza autonoma, non registrò gli stessi rapidi progressi che si ebbero in altri campi. Questo anche perché i tecnici che impiegavano procedimenti chimici non erano alchimisti e spesso non credevano nella possibilità della trasmutazione; il loro interesse stava nella realizzazione dei fini pratici. Pertanto le opere chimiche più importanti di questo periodo descrivevano i metodi, le apparecchiature e i reagenti. Ciononostante le nuove scoperte e il nuovo indirizzo seguito dai tecnici rivelarono così tante cose nuove da rendere necessario l'evolversi di nuove teorie per spiegarle.

L'inizio del XVI secolo fu caratterizzato dalla pubblicazione di un libro importante, *Il Piccolo Libro della Distillazione*, di Hieronimus Brunschwig (circa 1450- 1513) che apparve nel 1500.

Brunschwig mirava a ottenere i principi medicamentosi essenziali delle acque distillandone le "acque".

Nel 1512 ne pubblicò una edizione più ampia, *Il Grande Libro della Distillazione*.

Il progresso della chimica in campo metallurgico divenne significativo con la comparsa di due manuali scritti in tedesco da due veri minatori che asserivano l'esistenza di altri metalli oltre ai sette metalli che gli alchimisti ritenevano essere unici e corrispondenti ai sette corpi celesti. Lo zinco, il cobalto e il bismuto furono trattati per la prima volta in queste pubblicazioni.

Un forte stimolo per l'interesse della metallurgia fu dato nel XVI secolo da tre opere notevoli su questo argomento:

- il " *De la Pirotechnia* " di Vannuccio Biringuccio (1480-1539);
- il " *De re Metallica* " di Georg Bauer (1494-1555) chiamato col nome latino di Agricola, pubblicato nel 1556;
- il " *Trattato sui Minerali e i loro Saggi* " di Lazarus Ercker (morto nel 1593) pubblicato nel 1547.

Biringuccio era proprio un metallurgista pratico e scrisse la prima opera che forniva una visione completa dell'intero campo metallurgico in italiano. In quest'opera era evidente una impostazione quantitativa. L'autore affermava che qualunque cosa fosse comprovata dal saggio si sarebbe dovuta ottenere poi in operazioni su larga scala.

Lazarus Ercker registra nel suo libro i risultati dei suoi esperimenti personali.

Georgius Agricola, un medico delle regioni minerarie tedesche, fu il più colto degli autori che si occupano di metallurgia; infatti scrisse numerosi libri in latino sui vari aspetti della attività mineraria.

Di maggior peso per il progresso della chimica fu il lavoro di un personaggio completamente diverso: Philippus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541) che si autodenominò Paracelso. Egli era un medico che trascorse la maggior parte della sua vita errando di luogo in luogo. Le opposizioni che fece sorgere furono così violente che la maggior parte dei suoi scritti furono pubblicate circa 20 anni dopo la sua morte. Per Paracelso il termine alchimia aveva un significato molto più ampio di quello che gli era stato attribuito in precedenza: esso significava per lui qualunque processo in cui i prodotti naturali erano resi adatti per un nuovo fine. L'accento posto da Paracelso sulla iatrochimica, l'uso dell'alchimia per preparare medicinali, modificò molto le preesistenti teorie di medicina.

Sebbene queste idee incontrassero opposizioni tra i conservatori, nella seconda metà del XVI secolo sorse un folto gruppo di seguaci di Paracelso, che diede ampia diffusione ai suoi principi iatrochimici.

Paracelso aggiunse ai tradizionali componenti dei metalli il mercurio e lo zolfo, e il sale, che in realtà esprimeva il vecchio concetto di spirito. Infatti la vecchia teoria zolfo - mercurio non lasciava

un posto soddisfacente al corpo. Lo zolfo rappresentava il principio infiammabile, l'anima; il mercurio era l' "acqua", o spirito; ora il sale diventava il corpo terreno. Quando il legno brucia, quindi, "ciò che brucia è zolfo, ciò che vaporizza è mercurio, ciò che diventa cenere è sale."Questo concetto si accordava bene con ciò che si osservava durante la distillazione, così essa diventò la procedura comune per "analizzare" le sostanze.

Alla fine la teoria della "tria prima" zolfo - mercurio - sale sostituì quasi completamente la precedente teoria mercurio - zolfo.

Paracelso comunque assumeva ancora come basilari i quattro elementi aristotelici e zolfo, mercurio e sale non erano per lui sostanze comuni note sotto quel nome, ma loro essenza estratta.

La chiarezza descrittiva raggiunse di nuovo un livello eccellente nelle opere di Andreas Libau o Libavius in latino (1540 - 1616). Libavius fu uno iatrochimico ma non un cieco seguace di Paracelso. L'opera principale di Libavius fu Alchemia, pubblicata nel 1597, e che rappresentava un vero libro di testo dell'epoca. Come Paracelso egli usò il termine alchimia per definire quello che noi oggi chiamiamo chimica e nelle frasi iniziali del suo libro la definisce così:

"l'alchimia è l'arte di produrre magisteri e di estrarre essenze pure per mezzo della separazione dei corpi dalle miscele".

È interessante notare che Libavius ammetteva che la trasmutazione alchimistica avvenisse, malgrado egli trattasse la chimica in modo logico.

L'importanza data alla chimica dagli studiosi di metallurgia e da seguaci di Paracelso aveva alla fine portato alla compilazione di un vero libro di testo di chimica.

[<torna su>](#)

CHIMICA APPLICATA E TEORICA DELLA PRIMA META' DEL XVII SECOLO

Il tipo di ricerca razionale indicata da Libavius ebbe sempre più seguaci. Col crescere del numero di reagenti nuovi disponibili, cresceva anche quello dei nuovi composti e di nuove reazioni.

Nonostante fosse attribuito maggior rilievo agli esperimenti di laboratorio anche la ricerca teorica, così poco sviluppata nel secolo precedente, si diffuse maggiormente. Sempre in questo periodo la chimica cominciò ad affermarsi come scienza indipendente e coloro che vi si dedicavano erano i seguaci di una nuova professione.

Tra i sostenitori della chimica sperimentale di Libavius ci fu il farmacista francese Jean Beguin che cominciò a tenere conferenze dal 1604 e nel 1610 pubblicò il suo primo libro: Tyrocinium Chymicum, che divenne molto famoso ed ebbe molte edizioni. Nel suo libro Beguin fece distinzione tra i punti di vista fisici, medici e chimici nei riguardi dei fatti naturali e raccolse una serie di ricette di preparati medicamentosi. Questa è la dimostrazione che i chimici sono riconosciuti come seguaci di una scienza indipendente.

Un altro chimico sperimentale fu Angelo Sala (1576 - 1637) che descrisse la preparazione del vetriolo di rame ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) da quantità pesate di rame, acido solforico e acqua. Decomponendo il composto trovò gli stessi ingredienti nelle stesse proporzioni di quelli di cui si era servito nella sintesi originaria. Ciò dimostrava che i costituenti continuavano ad esistere nel sale, il che contraddiceva i vecchi concetti aristotelici e dimostrava che i vetrioli artificiali e naturali erano uguali.

Uno dei più grandi chimici di quest'epoca fu Johan Rudolph Glauber (1604 - 1670). Glauber si interessò molto di metallurgia e della fabbricazione di acidi, basi e sali ma più importante per la storia della chimica fu il suo grande interesse per i sali in generale. Avendo a disposizione gli acidi minerali comuni poté far reagire un gran numero di metalli e ossidi per preparare i sali in forma pura e in gran quantità. Riconobbe che i sali erano composti da due parti e che i sali neutri potevano

reagire tra di loro per produrre nuovi sali: il doppio scambio. Egli inoltre si servì dello sviluppo di biossido di carbonio nella preparazione del nitrato di potassio e del carbonato di potassio come indicatore del punto di neutralità. Alla fine comprese che gli acidi avevano forze diverse ed espresse questo concetto in termini che mostravano come egli stesse arrivando all'idea di affinità chimica. Un contemporaneo di sala fu Jan Baptist van Helmont (1577-1644) che collegò più degli altri la teoria con la pratica. Si considerava un "philosophus per ignem", un filosofo che si serviva del fuoco, che è come dire un chimico di professione. Van Helmont anticipò il pensiero dei chimici moderni in quanto egli usò abitualmente la bilancia nei suoi esperimenti di natura quantitativa. Questo strumento introdotto dagli analisti a scopo pratico stava conducendo la chimica teorica a importanti progressi. Inoltre van Helmont fu il primo a coniare la parola "gas" da quella di "caos" di Paracelso per concepire tutto ciò che a parte il vapore costituiva l'aria.

[<torna su>](#)

IL PASSAGGIO ALLE TEORIE ATOMISTE

Per tutto il medioevo si credette fermamente che ogni mutamento delle proprietà delle sostanze fosse effettivamente una trasmutazione. Le proprietà delle sostanze materiali erano dovute alle "forme sostanziali e a qualità reali"; ad esempio un corpo era bianco perché conteneva la "forma della bianchezza".

All'inizio del Rinascimento si cominciarono a mettere in dubbio alcuni di questi concetti con la traduzione del poema di Lucrezio del I secolo a.C. "De Rerum Natura", che esponeva la dottrina atomistica di Democrito. Quest'opera dava una spiegazione poco filosofica e più pratica del comportamento della materia come formata da minute particelle di sostanza, atomi, dotati di forma e di dimensione. Questi principi atomici, espressi all'inizio solo come teorie, cominciarono a essere sostenute da studi sperimentali come quelli di Beguin, Sala e Helmont.

All'inizio si fece un tentativo per mantenere valide almeno in parte le più antiche teorie dividendo i composti in due classi: naturali e artificiali. I composti naturali erano quelli che derivavano da una vera trasmutazione, i composti artificiali quelli che potevano essere scomposti nelle sostanze di cui erano formati. Ma il numero dei composti artificiali aumentò con il numero degli esperimenti e si dovette abbandonare la distinzione. Gli studiosi di quest'epoca pertanto cercarono di eliminare tutte le forze misteriose, occulte e personificate per spiegare la natura su basi meccanicistiche.

L'esponente più importante fra coloro che si accostarono alla chimica in questo modo fu il grande ricercatore inglese Robert Boyle (1627-1691). Boyle applicò la pompa a vuoto appena scoperta da Otto van Guericke (1602-1686) per produrre il vuoto e studiare il comportamento fisico dell'aria. Questi studi portarono all'enunciazione della legge oggi chiamata "Legge di Boyle". Una parte essenziale del suo piano consisteva nell'eliminare le vecchie teorie, in particolar modo gli elementi aristotelici e i principi di Paracelso. Boyle intraprese questo compito nel suo libro più famoso, "The Sceptical Chymist", pubblicato nel 1661, nel quale, sotto forma di dialogo, demolisce le credenze dei sostenitori delle vecchie teorie grazie al chimico scettico (Boyle stesso).

Boyle fu guidato in tutto lo svolgimento della sua opera da quella che egli stesso chiamava "la filosofia corpuscolare"; concepì delle particelle piccole, solide, fisicamente indivisibili, che costituivano i blocchi costruttivi della natura. Queste erano associate in grossi gruppi che durante una reazione chimica agivano come una sola unità. La dimensione e la forma di queste unità fornivano le proprietà fisiche alle sostanze. L'attrazione e l'affinità erano spiegate come un mutuo adattamento delle particelle in movimento. I suoi studi sulla natura del fuoco e della calcinazione lo portarono a credere che il fuoco fosse formato di piccole particelle dotate di moto veloce perché era convinto che il moto fosse la spiegazione del calore. Egli calcinò dei metalli in palloni di vetro sigillati e quando pesò il prodotto attribuì l'aumento del peso alle particelle di fuoco che, penetrate nel vetro, si erano combinate con il metallo.

Molti chimici adottarono questa teoria che fu abbandonata definitivamente solo quando gli esperimenti di Boyle furono controllati da Lavoisier.

Uno dei chimici più influenti di questo periodo fu Nicolas Lemery (1645-1715), un farmacista di Parigi, che pubblicò nel 1675 un testo molto noto, il *Cours de Chimie*. Il libro aveva carattere sperimentale e come Boyle, Lemery non aderì specificatamente ad alcuna teoria, ma era più interessato alla forma degli atomi. Per lui gli atomi degli acidi avevano delle punte acute che spiegavano la sensazione pungente che provocano sulla pelle; gli alcalini erano invece porosi, per cui gli angoli acuti degli acidi venivano rotti con la formazione di sali neutri. Lemery dava spiegazioni semplici del mondo naturale, per cui si ebbe un grande interesse della chimica da parte del pubblico colto.

Il XVII secolo quindi portò ad una vera e propria rivoluzione nel campo della chimica, in effetti vennero screditate le vecchie dottrine mistiche e il concetto di atomo si radicò fermamente. Non c'era ancora una teoria chimica specifica che raccogliesse un consenso unanime, ma c'era un accordo generale sui principi e i metodi di base da adottare per trovare la via a un ulteriore progresso. La natura della combustione o delle forze che tengono uniti i composti chimici furono i problemi ai quali i chimici rivolsero più attenzioni nella seconda metà del XVII secolo e per quasi tutto il XVIII secolo.

I metodi quantitativi furono accettati e ritenuti essenziali alla ricerca chimica e si iniziò lo studio della chimica dei gas, un campo completamente nuovo. Ciò è dovuto al fatto che si affermò gradualmente l'idea che per provocare la combustione fosse necessaria l'aria, idea che germogliò per la prima volta nelle opere di Paracelso. Ciononostante, se questa idea fosse stata accettata e studiata dagli studiosi e sperimentatori del XVII secolo, la chimica si sarebbe evoluta più in fretta. In verità non si fece caso a questa teoria e ne venne accettata un'altra, quella del flogisto.

Le concezioni di Johann Joachim Becker assomigliavano sotto molti aspetti a quelle di Van Helmont. Becker distinse tre tipi di terra differenti: il sale, lo zolfo e il mercurio di Paracelso. Il primo dava corpo alle sostanze, il secondo forniva la combustibilità e la terza la lucentezza metallica. La seconda, o terra grassa, "Terra Pinguis", si allontanava dai corpi quando essi bruciavano, e l'aria, come asserito da Van Helmont, non poteva prender parte alle reazioni chimiche.

La sua teoria sulla composizione delle terre fu ripresa dal suo discepolo Ernst Stahl (1660-1734). Egli accettò l'esistenza degli atomi ma oltre alle proprietà meccaniche ne attribuì loro di intrinseche. I composti erano il risultato di combinazioni di particelle, per cui gli elementi primi non potevano essere isolati come tali perché non potevano lasciare una combinazione senza formarne un'altra. Perciò le proprietà degli elementi si dovevano intuire dai composti che essi formavano. Gli elementi di Stahl erano quelli di Becker solo che egli attribuì alla terra grassa il nome di flogisto (dal greco "bruciato") e così concluse che quando un metallo veniva scaldato, perdeva il flogisto e si convertiva in calce. Per potersi rigenerare il metallo, l'ossido doveva unirsi al flogisto e questo non era possibile perché il flogisto si perdeva irrimediabilmente nell'aria. La teoria di Stahl non fu accettata subito ma solo con il passare del tempo, perché, in contraddizione con la teoria del flogisto, non si poteva ignorare che al posto di una diminuzione, si registrasse un aumento di peso dopo la calcinazione della sostanza.

[<torna su>](#)

XVIII SECOLO: IL FLOGISTO E L'AFFINITA'

Nel XVIII secolo, mentre le teorie si sviluppavano lentamente e spesso in modo inesatto, le scoperte effettuate nei laboratori procedevano con crescente rapidità. Le scoperte più importanti di questo periodo avvennero nel campo della chimica inorganica.

Il brillante ricercatore svedese Carl Willhem Scheele (1742-1786). Fece studi di gran valore sulla chimica del manganese, del molibdeno, del tungsteno e dell'arsenico. Scoprì l'acido fluoridrico e isolò il cianuro di idrogeno, di cui descrisse il gusto.

G.F. Rouelle (1703-1770), professore di chimica di Lavoisier, introdusse nel 1754 il nome di "base"

per definire gli alcali e attribuì al nome sale quasi il suo significato moderno, dimostrando che quando acidi e "basi" reagivano, essi potevano formare sali acidi, neutri o basici, e che molti veri sali erano insolubili. Così la parola sale perse i vari significati mistici che le erano stati attribuiti, anche se la terminologia di Rouelle non fu accettata subito.

Durante il XVIII secolo la chimica stava assumendo i suoi caratteri moderni. Non esisteva ancora una nomenclatura sistematica e le basi teoriche della teoria del flogisto non erano ancora soddisfacenti. Il grande passo avanti fu l'isolamento e l'identificazione dei gas come entità chimiche. Infatti, all'inizio del secolo, Stephen Hales (1677-1761), con una vaschetta pneumatica raccolse i gas che si formavano sull'acqua, e alla metà del secolo Joseph Black (1728-1799) dimostrò che il gas sylvestre di Van Helmont si "fissava" in forma solida dalla magnesia e dalla calce, ed egli lo chiamò pertanto "aria fissa".

Quest'opera alterava completamente il pensiero dei chimici; per la prima volta si era dimostrato che un gas poteva combinarsi chimicamente con un solido (essere "fissato" ad esso) per produrre un nuovo composto con proprietà diverse. Questo eliminò completamente la teoria di Van Helmont secondo la quale un gas non poteva prendere parte alle reazioni chimiche.

La separazione e l'identificazione di un grande numero di gas la si deve a un ecclesiastico dissidente, Joseph Priestley (1733- 1804) che attraverso uno strumento ideato da lui, l'eudiometro, determinò la purezza relativa dell'aria. Egli osservò che durante la combustione un gas marrone diminuiva rispetto all'aria nitrosa (ossido di azoto). Naturalmente non sapeva che in realtà stava misurando la quantità di ossigeno nell'aria. Tuttavia egli notò che questo gas era persino più puro dell'aria stessa in quanto favoriva energicamente la combustione e in esso gli animali vivevano più a lungo.

In verità il brillante lavoro di Priestley sull'ossigeno fu preceduto dalla scoperta dello stesso gas da Scheele. Scheele aveva studiato l'ossigeno, che chiamava "aria di fuoco" ma il suo libro *Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer*, in cui descriveva i dati ottenuti, non fu pubblicato fino al 1777, così si attribuì a Priestley la scoperta dell'ossigeno.

L'ultima prova che distrusse la teoria del flogisto fu questo nuovo gas, che i suoi scopritori difficilmente riuscirono a inquadrare nella teoria. Questo fornì a Lavoisier la prova per stabilire una nuova teoria.

Scheele morì prima di riconoscere il valore del suo lavoro e Priestley non abbandonò mai completamente la teoria di Stahl; alla fine riconobbe che qualcuno avrebbe potuto dimostrare che era in errore e nel giro di vent'anni dalla scoperta dell'ossigeno la chimica divenne fondamentalmente quella di oggi.
