

Dipartimento di Scienze Chimiche - Padova - 27 settembre 2009



**Dalla magia alla scienza:
la nascita della Chimica moderna**

Giulio Peruzzi

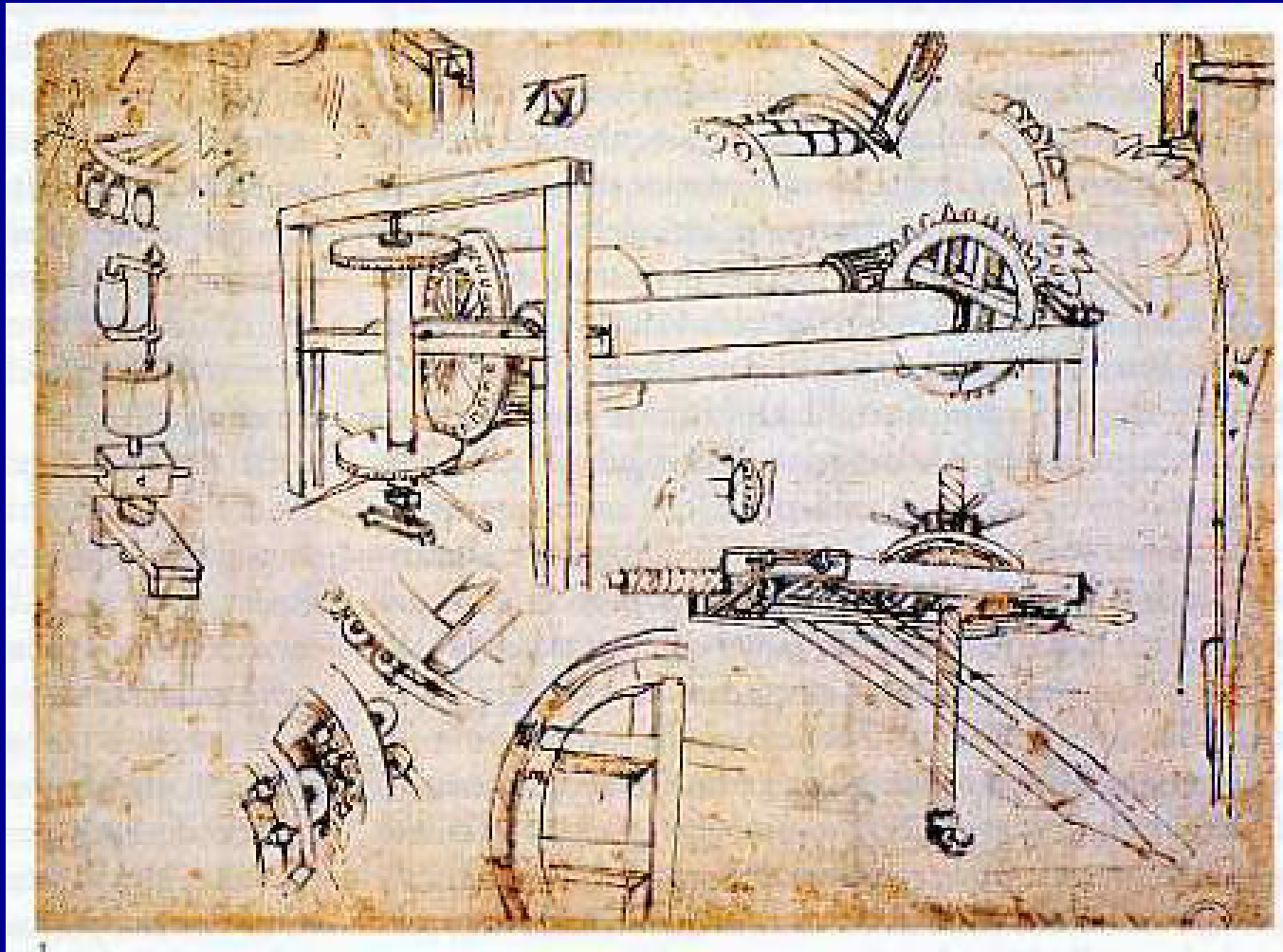
La nascita della SCIENZA NOVA

Quando avviene?

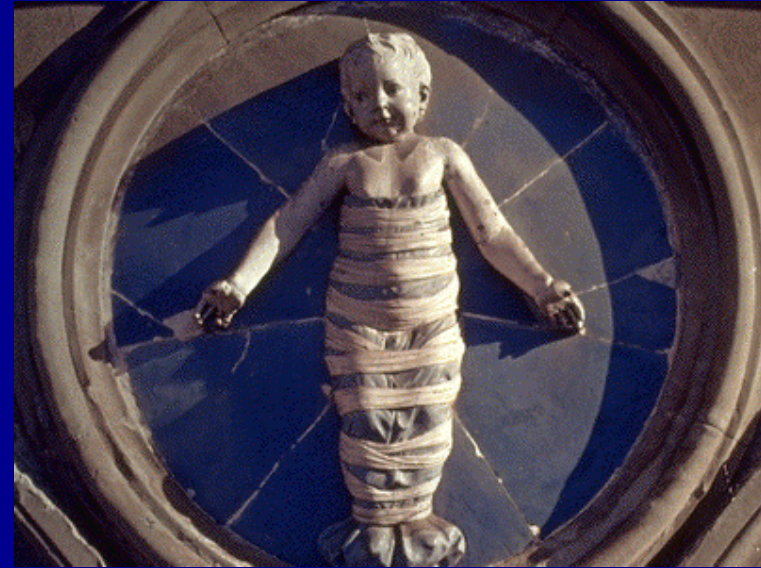
Qual è il contesto da cui prende le mosse?

Sia Platone sia Aristotele avevano disprezzato l'arte meccanica e il lavoro manuale, e **la distinzione tra schiavi e liberi era diventata nei secoli la divisione tra tecnica e scienza** - tra conoscenza rivolta alla pratica e all'uso e conoscenza rivolta alla contemplazione della verità (non a caso si parla delle sette arti *liberali*).

Un primo significativo cambiamento si ha nell'Italia del XV secolo con l'incontro tra artisti e studiosi.



Argano centrale del cantiere brunelleschiano per la cupola del Duomo di Firenze, a tre velocità e inversione di rotazione per lavorare a ciclo continuo (disegno di Leonardo, Codice Atlantico, 1420 ca.)



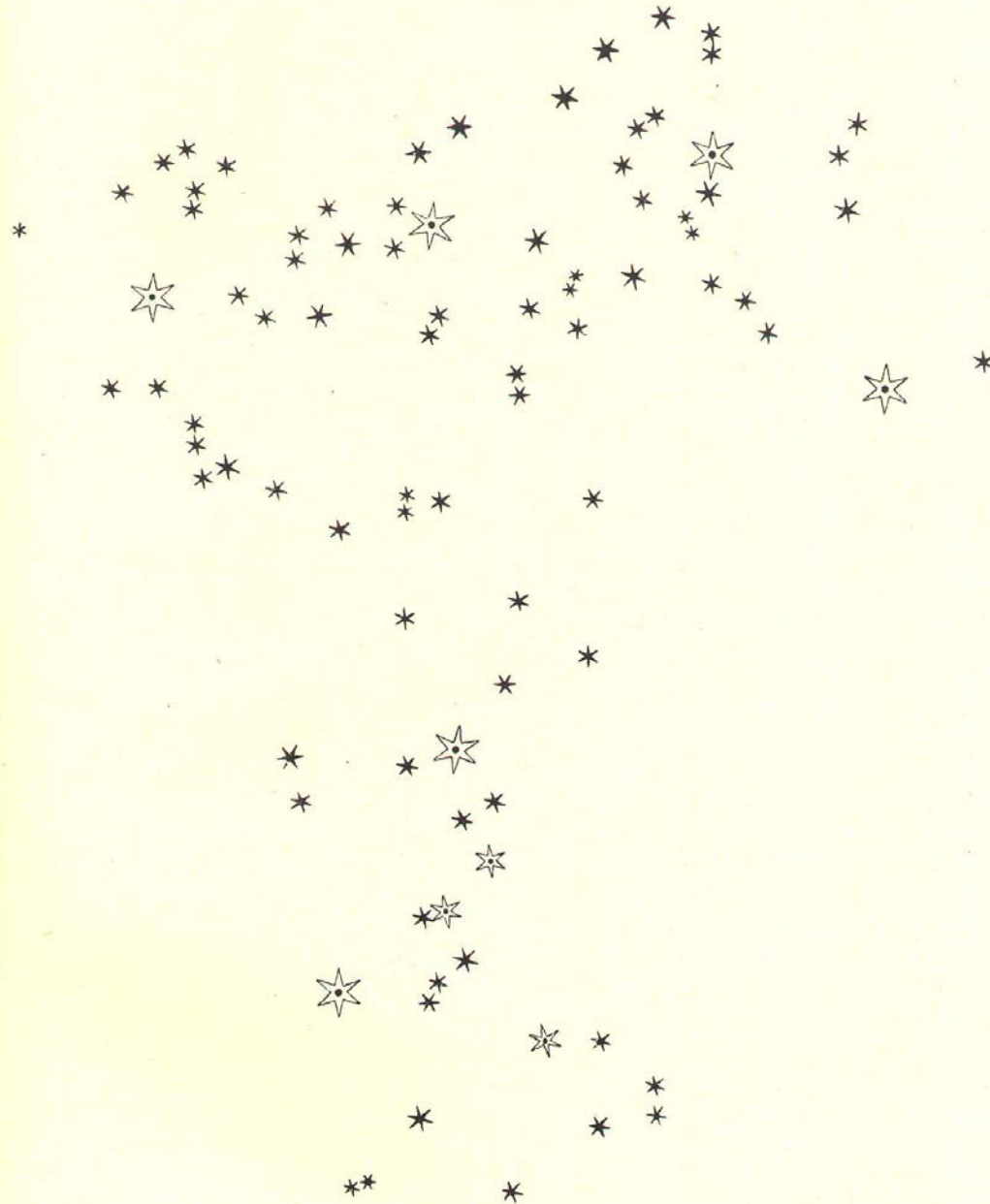
Terracotta invetriata di Andrea Della Robbia - collocati nel 1487 - per la decorazione del Loggiato dello *Spedale degli Innocenti*, costruito su progetto di Brunelleschi

Da questi contatti nasce lentamente una nuova immagine dello scienziato e una progressiva rivalutazione della tecnica e dei manufatti come strumenti funzionali al progresso della conoscenza.

Queste esperienze seminali del Quattrocento sono in parte alla base della rivalutazione cinquecentesca delle arti meccaniche e della difesa sempre più decisa della loro dignità nell'ambito della cultura.

Solo alla luce di questa faticosa riaffermazione delle arti meccaniche, acquista particolare significato l'atteggiamento di Galilei, che nel 1609 punta verso il cielo il suo cannocchiale: la fiducia in uno strumento nato negli ambienti meccanici, disprezzato dalla scienza, funzionale non a deformare ma a potenziare la vista, fonte di nuova conoscenza contro l'assolutezza del guardare "naturale" degli occhi umani.

Cinguli et Ensis ORIONIS Asterismus.



Il ruolo del nuovo strumento nell'avviare su strade nuove fisica e astronomia:

- emancipazione dall'astrologia (ci possono credere *solo i filosofi in libris o lo stolidissimo volgo*);
- fornire le prime evidenze dell'unità delle leggi che regolano i moti terrestri e i moti celesti.

Verso una fisica per il copernicanesimo

Perché alcuni settori della conoscenza della natura arrivano prima di altri a svilupparsi nell'ambito della Scienza Nova?

- La gerarchia di complessità dell'oggetto d'indagine (fisica, astronomia, chimica, biologia) non è l'unico indicatore
- La possibilità di poter riprodurre e manipolare copie di un singolo sistema indagato individuando o inventando gli strumenti per eseguire le misure

La nascita della Chimica Moderna

La rottura con l'alchimia e il magismo, e in generale con una visione mistica del mondo, fa parte di un lungo processo che la scienza nuova inaugura e i cui punti di riferimento sono molteplici

(1) **Libertà e assenza di auctoritas** - educazione al senso critico

Or qui, prima ch'io passi più oltre, vi dico che, *nelle cose naturali, l'autorità d'uomini non val nulla*; ma voi, come legista, mostrate farne gran capitale: ma la natura, Signor mio, *si burla delle costituzioni e decreti de i principi, degl'imperatori e de i monarchi, a richiesta de i quali ella non muterebbe un iota delle leggi e statuti suoi.*

Aristotele fu un uomo, vedde con gli occhi, ascoltò con gli orecchi, discorse col cervello. Io son uomo, veggio con gli occhi, e assai più che non vedde lui: quanto al discorrere, credo che discorresse intorno a più cose di me; ma se più o meglio di me, intorno a quelle che abbiamo discorso ambedue, lo mostreranno le nostre ragioni, e non le nostre autorità.

[Galileo Galilei, *Lettera a Francesco Ingoli in risposta alla Disputatio de situ et quiete Terrae*, (1624) in *Le Opere*, Vol. VI, p. 538.

(2) Si rifiuta di pensare al mondo come immagine vivente di Dio: non ci sono corrispondenze segrete tra uomo e natura, l'universo non è luogo di simboli corrispondenti ad archetipi divini, l'impresa scientifica non si configura come un'esperienza mistica non comunicabile.

Non il sapiente-sacerdote, né il genio del singolo sono paradigmatici della figura dello scienziato: ma la comunicazione e il lavoro di un gruppo nel quale conta la divisione del lavoro, il coordinamento e l'interrelazione.

Comunicazione e libera circolazione delle idee, intersoggettività come forma di oggettività

(3) Rapporto con l'esperienza: non c'è spazio - almeno sul lungo periodo - per le imposture intellettuali

(4) La natura dei moderni è diversa da quella dei medievali: **in essa non si dà distinzione di essenza tra corpi naturali e corpi artificiali.**

Sulle cose naturali - scrive Gassendi, (ma anche Bacone e Cartesio) - indaghiamo allo stesso modo con cui indaghiamo sulle cose delle quali siamo noi stessi gli autori. Nelle cose della natura in cui ciò è possibile, facciamo uso dell'anatomia, della chimica e di aiuti di ogni genere in modo da capire, risolvendo per quanto possibile i corpi e come scomponendoli, di quali elementi e secondo quali criteri essi sono composti.

Da qui il criterio del **CONOSCERE COME FARE** o dell'identità tra **CONOSCERE E COSTRUIRE.**

Tra la fine del Seicento e gli inizi del Settecento la “scienza chimica” è un insieme di diversi e contrastanti approcci al mondo chimico con richiami a diverse tradizioni di filosofia naturale.

Le difficoltà incontrate dall’approccio meccanicistico nello stabilire relazioni definite tra dati sensibili e “corpuscoli” impercettibili contribuì a diffondere un certo scetticismo sulla possibilità di individuare i costituenti ultimi della materia.



Robert Boyle (1627-91)

La **ricerca di modelli controllabili**, contro le analogie “*fantasiose*” e “*la confusione tra cose divine e naturali, il profano e il sacro, le eresie e le favole*” dei seguaci di Paracelso, introduce a una **fase descrittiva** preludio della nuova scienza.

Le discussioni sulla causa del mutamento chimico furono accompagnate, nel corso del Settecento, da una proliferazione di Tavole di ***affinità, rapporti, attrazioni elettive e combinazioni***. Tra il 1718 e il 1790 fecero la loro comparsa almeno 18 Tavole diverse, che avevano l'intento di presentare reazioni osservate, elenchi di sostanze ordinate secondo la forza con la quale tendevano a combinarsi con una particolare sostanza, di volta in volta selezionata come sostanza principale

In questo contesto si ritorna, in forme nuove, alla teoria dei *principi-elementi* la cui formulazione raffinata è legata al nome di **Georg Ernst Stahl** (1659-1734).

“La Chimica è stata per oltre duecento anni dominio esclusivo dei ciarlatani che hanno prodotto un’infinità di vittime. La salute e la vita stessa degli uomini sono state sacrificate alla loro credulità. Questo brigantaggio è durato fino a questi ultimi tempi. Oggi alcune persone hanno iniziato seriamente a occuparsi di questa scienza. Il loro piccolo numero non deve sorprendere. Era naturale che gli impostori, le false promesse dei fabbricanti di oro, i pretesi arcani, i rimedi universali, le preparazioni farmaceutiche spesso nocive degli alchimisti rendessero odiosa la chimica alle persone oneste e sensibili.”

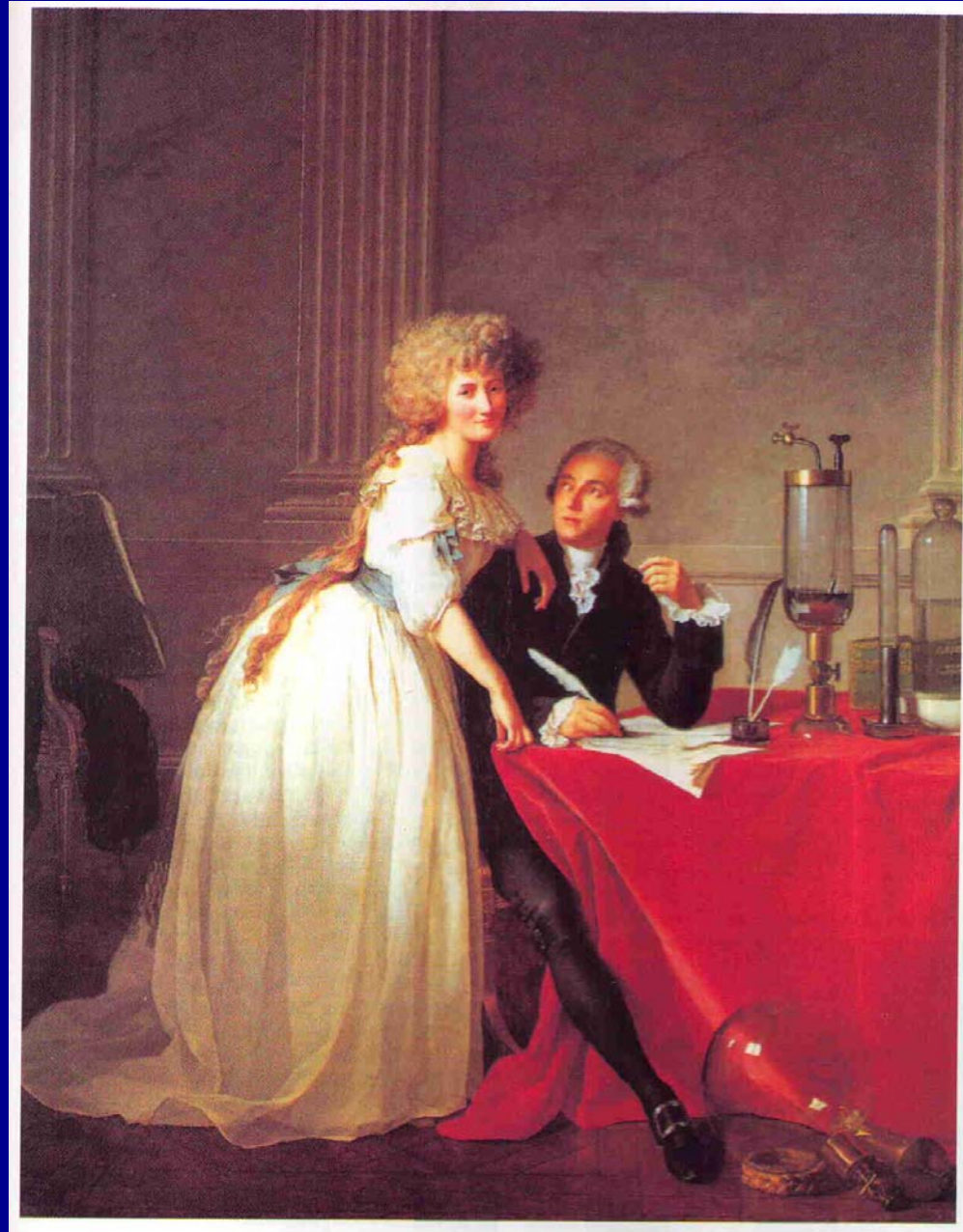
[G.E. Stahl, *Traité des Sels*, 1723 (1783), pp. 2-3]

Se Stahl è il primo a mettere in relazione in modo consistente i processi di calcinazione, combustione e riduzione, **una svolta si ha con la scoperta che l'aria non è un elemento inerte ma un insieme di elementi che si fissano o vengono rilasciati nei processi di trasformazione chimica.**

Verso la seconda metà degli anni venti del Settecento fa il suo ingresso la chimica pneumatica (dell'aria) con i lavori di **Stephen Hales** (1677-1761). Hales descrive diversi esperimenti in cui si osservava l'aria prodotta da fermentazione, distillazione e azione di reagenti su sostanze inorganiche e organiche, **concludendo che l'aria poteva unirsi ai solidi (fissarsi) perdendo le sue proprietà (elasticità), salvo poi recuperarle non appena veniva liberata.**

La svolta definitiva si
deve ai lavori di
Antoine-Laurent
Lavoisier (1743-1794)

Ritratto di Lavoisier con la
moglie (opera di Jacques
Louis David, 1788)



Lavoisier, con una serie di ricerche ininterrotte delineò, in pochi anni, una nuova immagine della scienza chimica.

- Da un punto di **vista metodologico** il momento centrale di questa rivoluzione è rappresentato *dall'applicazione sistematica della bilancia* non solo ai solidi e ai liquidi ma anche ai gas.
- 1° novembre 1772: la scoperta rivoluzionaria che **lo zolfo sottoposto a combustione aumenta di peso** e si converte in acido vetriolico assorbendo grandi quantità di un componente dell'aria (la causa dell'aumento di peso). Questa scoperta, in contrasto con le concezioni stahliane che vedevano la trasformazione di zolfo e fosforo in acidi per perdita di flogisto (comportamento da corpi misti), apre la strada alla nozione di **elemento chimico**: *zolfo e fosforo non si scompongono, ma si combinano con l'aria, agendo dunque come principi (o elementi) semplici.*

Termineremo questo estratto con una breve riflessione sull'esattezza che si deve introdurre nelle esperienze di chimica.

Questa scienza, separata per lungo tempo da tutte le altre, ha creduto di poter fare a meno dei pesi e delle misure ai quali la fisica generale è debitrice delle sue scoperte più belle. Otteneva risultati da qualche vago rapporto tra certe proprietà dei costituenti rispetto a quelle del composto.

Questo metodo non può essere sicuro perché le sensazioni non ci rendono esattamente conto di ciò che ci colpisce finché non ci offrono rapporti suscettibili di precisione.

Ora, rapporti di questo tipo non si manifestano per nulla tra sapori, odori ecc. Queste proprietà possono, tutt'al più, servire per distinguere e per riconoscere subito qualche sostanza, ma come possono assicurarci che abbiamo raccolto tutti i principi del corpo che ci eravamo proposti di analizzare?

È necessario ricorrere a mezzi meno ingannevoli, cioè alla determinazione del volume e del peso di ciascuna parte costituente del corpo del quale si indaga la natura, e alla comparazione di questi volumi e pesi tra loro e con quelli dei corpi stessi.

Questi strumenti sono i soli in grado di svelare i principi delle sostanze naturali; perciò si dovrebbe esigere dai chimici il loro uso rigoroso in tutte le esperienze.

[Lavoisier, 1786]

- **1784**: Cavendish è il primo ad osservare l'acqua come risultato della combustione di idrogeno e ossigeno

-**1783-84**: Lavoisier è il primo a indicare sulla base di esperienze di analisi e di sintesi che l'acqua è un composto di due gas

La scoperta della natura composta dell'acqua segna non solo la fine di una concezione antichissima, ma costituisce la base essenziale per l'affermarsi della chimica antiflogistica.

La nomenclatura chimica: nuovo linguaggio di una nuova scienza - *“punto di raccordo tra idee e fatti”, “riferimento essenziale per indicare il metodo della nuova scienza”*

- Nel Seicento e gran parte del Settecento la terminologia in uso risente ancora di una mancanza di riferimento alla composizione delle sostanze
- Nel 1787 Lavoisier, Fourcroy e Berthollet introducono la nuova nomenclatura: i principali gas vennero denominati ossigeno (principio degli acidi), idrogeno (costituente dell'acqua) e azoto (che non sostiene la vita). Per gli acidi vengono introdotti i suffissi “ico” e “oso” e per i sali i suffissi “ato” e “ito”; i sali vennero designati con le forme “solfato di ...”, “nitrato di ...”. Le calci metalliche assunsero i nomi di “ossidi”.

*Gli uomini sperimentali sono simili alla **formica**; costoro raccolgono soltanto, ed usano; i ragionatori assomigliano ai **ragni**, che fanno delle ragnatele traendole dalla loro sostanza.*

*L'**ape** invece prende una via intermedia; raccoglie materiale dai fiori del giardino e dei campi, ma lo trasforma e lo digerisce mediante un suo specifico potere.*

Non dissimile da questo è il vero lavoro della filosofia, giacché essa non riposa né solamente né principalmente sui poteri della mente, e neppure prende la materia che raccoglie dalla storia naturale e dagli esperimenti meccanici, depositandola interamente, così come la trova, nella memoria; la deposita invece nella comprensione, alterata e digerita.

[...] Perciò molto si può sperare da una più stretta e pura lega fra queste due facoltà, quella sperimentale e quella razionale (come mai prima di ora è stato fatto).

[Francesco Bacone (1560-1626), *Opere Filosofiche*, 2 voll., Laterza, Bari 1965;
Cf. UTET, Torino 1975, *Novum Organum* (vol. I, Aforisma 95) pp. 607-8.]