

RAFFAELLA SELIGARDI (*)

Uno «sgraziato Esopo»: alcune reazioni italiane alla teoria del calorico di Lavoisier (**)

Summary - A fundamental role in the diffusion of the new Lavoisian chemistry was played by the reactions to his caloric theory. In spite of the hypothesis connotation given to this fluid, the caloric theory involved all others aspects of the Lavoisian innovations. All the scientists interested in chemistry had to face with this «hypothesis»: the problem, in fact, was not only to accept the existence of caloric, but to accept the physical and, most of all, chemical consequences this theory involved, and that Lavoisier systematised in the *Traité*.

The analysis of the works of scientists' Vincenzo Dandolo, Luigi Valentino Brugnattelli, Giovanni Antonio Giobert and Ermenegildo Pini works shows us the different perplexities and motivations that moved this authors not to accept acritically the the *Traité* content, but to face with it and propose, in some occasions, alternative models of theory interpretation.

1. Introduzione: la teoria del calorico di Lavoisier

La teoria del calorico di Lavoisier comincia a delinearsi nei suoi aspetti fondamentali già dal 1777. Nei primi mesi di questo anno, infatti, Lavoisier aveva iniziato una collaborazione con Pierre-Simon de Laplace (1749-1827) per compiere esperimenti sulla vaporizzazione dei fluidi.¹ In seguito a questi esperimenti Lavoisier si convinse che i gas sono composti da una sostanza che funge da «base», cioè l'elemento, combinata con la materia del fuoco; teoria, questa, che non abbandonò più e che generò, come vedremo, qualche perplessità. Un altro

(*) CIS - Centro Internazionale per la Storia delle Università e della Scienza, Università di Bologna.

(**) Relazione presentata al VI Convegno Nazionale di «Storia e Fondamenti della Chimica» (Cagliari, 4-7 ottobre 1995).

¹ H. GUERLAC, «Chemistry as a branch of physics: Laplace's collaboration with Lavoisier», in *Historical studies in the physical sciences*, vol. 7, 1976, p. 197.

risultato importante raggiunto dai due scienziati fu la constatazione che lo stato della materia dipende anche dalla pressione cui essa è soggetta.²

Nel *Mémoire sur la combustion en général*, letto all'Académie des Sciences il 12 novembre 1777 e pubblicato nel 1780, Lavoisier espone questi risultati ottenuti insieme a Laplace. Egli parla della «materia del fuoco», che agisce come dissolvente nei confronti dell'aria:

(...) l'aria è composta, secondo me, dalla materia del fuoco quale dissolvente, combinata con una sostanza che le serve da base e che in qualche modo la neutralizza: tutte le volte che si presenta a questa base una sostanza con la quale ha maggiore affinità, essa lascia il suo dissolvente e perciò la materia del fuoco riprende i suoi diritti, le sue proprietà e riappare ai nostri occhi con luce, fiamma e calore.³

Aggiunge che la materia del fuoco ha la «proprietà di porsi in equilibrio con tutti i corpi vicini»⁴ e che lo stato in cui si trova la materia dipende

(...) soltanto dalla quantità più o meno grande di materia del fuoco da cui i corpi sono penetrati e con la quale sono combinati. La fluidità, la vaporizzazione, l'elasticità sono le proprietà caratteristiche della presenza del fuoco e di una grande abbondanza di fuoco; la solidità, la compattezza sono invece le prove della sua assenza.⁵

Tra il 1781 e il 1784 ebbe luogo una seconda collaborazione tra Lavoisier e Laplace, durante la quale venne messo a punto uno strumento fondamentale: il calorimetro a ghiaccio, che permise di misurare il calore specifico delle sostanze. I risultati degli esperimenti svolti in questo periodo furono esposti nel *Mémoire sur la chaleur*, letto all'Académie il 18 e il 25 giugno 1783 e pubblicato lo stesso anno. In questo *Mémoire* sono compresenti le due teorie rivali sul calorico: quella dei fisici, per cui il calorico è il risultato del moto delle particelle che compongono i corpi, e quella dei chimici, per cui il calorico è un fluido. Lavoisier e Laplace scrivono di non voler decidere tra le due teorie perché portano entrambe agli stessi risultati.⁶

Nelle *Réflexions sur le phlogistique*, lette all'Académie il 28 giugno e il 13 luglio 1785 e pubblicate nel 1786 Lavoisier parla ancora una volta del calorico:

(...) questo fluido si sistema, senza dubbio, tra le particelle dei corpi, le separa ed occupa lo spazio che sussiste tra di loro. Con un gran numero di fisici chiamo questo fluido, qualunque cosa esso sia, fluido igneo, materia del calore e del fuoco.

Io non nego che l'esistenza di questo fluido non sia, sino ad un certo punto, ipotetica; ma supponendo che si tratti di un'ipotesi, non rigorosamente provata, è la sola ipotesi alla quale devo far ricorso.⁷

² *Ibidem*, pp. 207-209.

³ A.L. LAVOISIER, *Memorie scientifiche. Metodo e linguaggio della nuova chimica*, Theoria, Roma 1986, p. 77.

⁴ *Ibidem*.

⁵ *Ibidem*.

⁶ H. GUERLAC, «Chemistry as a branch of physics ...», *cit.*, pp. 244-246.

⁷ A.L. LAVOISIER, *Memorie scientifiche ...*, *cit.*, pp. 111-112.

Inoltre Lavoisier espone la teoria della vaporizzazione in modo più rigoroso e generale. I corpi sono soggetti a tre forze: quella repulsiva del calore, quella attrattiva delle loro particelle costituenti, e quella esercitata dal peso dell'atmosfera. In questa memoria definisce poi il calore libero, quello combinato, quello specifico e quello sensibile:

Chiamerò fuoco combinato, calore combinato la parte che è unita a un corpo in modo tale che non le può essere sottratta senza scomporlo; (...) Designerò con il nome di calore libero tutto il calore che non è impegnato in una combinazione. (...) chiamerò calore specifico la quantità di calore libero necessario per elevare la temperatura di un corpo qualsiasi di un certo numero di gradi.⁸

A proposito del calore sensibile, Lavoisier distingue tra calore e temperatura: il calore è un fluido, mentre la variazione di temperatura (il calore sensibile) «non annuncia dunque che uno spostamento della materia del calore»,⁹ che viene percepito dai sensi. Infine distingue tra ignizione, infiammazione e detonazione come manifestazioni diverse del fenomeno della combustione.¹⁰

La prima parte del *Traité élémentaire de chimie*, pubblicato nel 1789, si apre con la descrizione dell'attività molecolare: Lavoisier ribadisce che le molecole sono tenute insieme dalla forza attrattiva, ma il calore ha la proprietà di farle allontanare. Per quanto riguarda la materia del calore, scrive Lavoisier, si tratta

(...) d'una sostanza reale e materiale, d'un sottilissimo fluido, che s'insinua per mezzo alle molecole di tutti i corpi, e che le allontana; e supponendosi ancora che l'esistenza di questo fluido sia una ipotesi, si vedrà poi, ch'essa spiega con ogni facilità i fenomeni della Natura.

Essendo questa sostanza, qualunque essa siasi, la causa del calore; o per usar altri termini, essendo la sensazione che noi chiamiamo calore, l'effetto dell'accumulazione di questa sostanza, questa non si può, in una lingua rigorosa, indicare col nome di calore, perché la stessa denominazione non può esprimere la causa e l'effetto. Questo appunto mi aveva determinato nella Memoria che pubblicai nel 1777¹¹ (*Raccolta dell'Accademia* pag. 420) ad indicarla sotto il nome di fluido *igneo*, e di materia del calore.

(...) noi non siamo obbligati a supporre, che il calorico sia una materia reale: basta (...) che questo sia una causa ripulsiva qualunque, che allontana le molecole della materia, e si possano quindi ravvisarne gli effetti in una maniera astratta e matematica.¹²

Egli poi descrive i tre stati in cui si può presentare la materia, ed i processi di riscaldamento e raffreddamento che determinano i passaggi dall'uno all'altro stato. Lavoisier distingue dunque il calorico dal calore come la causa dall'effetto;

⁸ *Ibidem*, pp. 114-115.

⁹ *Ibidem*, p. 116.

¹⁰ *Ibidem*, p. 120.

¹¹ Si tratta del *Mémoire sur la combustion en général*.

¹² A.L. LAVOISIER, *Trattato elementare di chimica. Presentato in un ordine nuovo dietro le scoperte moderne; con figure. Recato dalla Francese nell'Italiana favella da Vincenzo Dandolo veneto*, Venezia 1792 (2° ed.), per i tipi di Antonio Zatta, pp. 41-43.

esso è il corpo più elastico esistente in natura, si può misurare, ma non è attingibile allo stato puro.

Inoltre espone il concetto di «capacità dei corpi per contenere la materia del calore»¹³ e definisce il calorico nelle sue varie manifestazioni: libero, combinato, specifico, sensibile.¹⁴

2. Vincenzo Dandolo (1758-1819)

Vincenzo Dandolo è uno dei personaggi più importanti del panorama chimico italiano. Nato a Venezia, seguì i corsi di Marco Carburì all'università di Padova, e impiantò una farmacia nella sua città natale. La sua traduzione del *Traité*, oltre che di altre opere di membri della *côterie* antiflogistica, è importante in quanto corredata di note del Dandolo stesso, nelle quali egli espone critiche e commenti nei confronti della nuova teoria chimica.

L'approccio del Dandolo alla chimica del Lavoisier è attento e scrupoloso: egli evidenzia tutte le contraddizioni dello scienziato francese, e molte delle sue note sono di carattere fisico, soprattutto in merito alla teoria del calorico, che Dandolo da buon newtoniano fa fatica ad accettare. Già nella lettera «al lettore» che apre il *Trattato* infatti lamenta che

(...) la Chimica ha spesso bisogno della Fisica, ed io bramerei ardentemente che il nostro Autore fosse sì grande in questa, come lo è in quella.¹⁵

Come abbiamo visto, Lavoisier si cautela scrivendo che il calorico si può considerare solo un'ipotesi, ma Dandolo non ha nessun dubbio sull'esistenza di questo elemento.¹⁶ Nel *Trattato* Lavoisier espone inoltre i limiti a cui è giunta la ricerca; tuttavia, secondo Dandolo, egli azzarda troppe congetture o trae conclusioni non coerenti. Vediamo alcuni esempi.

Come conseguenza della proprietà del calorico di allontanare i corpi, Lavoisier scrive:

Ma siccome noi siamo ben lungi dal poter ottenere un grado di freddo assoluto; e non conosciamo grado alcuno di raffreddamento che non si possa supporre capace di essere aumentato, ne risulta, che noi non siamo giunti ancora a ravvicinare, per quanto sarebbe possibile, le molecole d'alcun corpo, e che per conseguenza le molecole d'alcun corpo non si toccano in Natura (...).¹⁷

¹³ *Ibidem*, pp. 62-63.

¹⁴ *Ibidem*, pp. 66 ss.

¹⁵ *Ibidem*, p. 2.

¹⁶ Nella nota 33 al *Trattato* Dandolo scrive che questo fluido esiste perché quando un corpo si raffredda si vede un moto ondulatorio nell'aria che lo circonda: è il calorico che esce dal corpo per equilibrarsi coi fluidi circostanti.

¹⁷ A.L. LAVOISIER, *Trattato ...*, cit., pp. 35-36.

Ma secondo Dandolo da ciò non segue che

dai freddi che noi conosciamo, esse non si tocchino in qualche punto, essendovi privazione *parziale* di calorico. Dunque resta ancora da provarsi dall'Autore che il calorico sia l'unica causa onde le molecole dei corpi non si possano toccare nemmeno in qualche punto.¹⁸

Il grosso problema di Dandolo è costituito dal tipo di interazione tra le due forze, attrattiva e repulsiva. In primo luogo, se quella repulsiva ha per causa il calorico, quella attrattiva ha causa ignota; dunque Lavoisier ammette due forze indipendenti l'una dall'altra, ipotesi che non è appoggiata né dai fenomeni né dall'«esatto raziocinio». Dandolo ammette solo l'attrazione e ipotizza che la repulsione stessa potrebbe essere un effetto dell'attrazione medesima, che agisce sotto circostanze ignote.¹⁹ In secondo luogo, Lavoisier scrive che se prevale l'attrazione un corpo è solido, viceversa esso cessa di essere solido. Dandolo ribatte che in caso di equilibrio perfetto tra le forze il corpo non sarà né solido (lo stato solido comprende anche i corpi molli) né fluido (liquido o gassoso), ma questo non si dà, quindi la teoria di Lavoisier è «incoerente con le leggi della Natura».²⁰

Infine, Lavoisier azzarda un'ipotesi:

Sembrerebbe forse più naturale il supporre, che le molecole del calorico s'atraggono più fra loro, che le molecole dei corpi, e che quelle non allontanino queste se non se per obbedire alla forza di attrazione che le obbliga a riunirsi.²¹

A questo punto Dandolo riassume le sue critiche in una lunga nota che riportiamo per esteso:

L'autore da principio (pag. 37) ha definito l'attrazione per l'unica forza che tenda a riunire fra loro le molecole dei corpi, le quali però non si possono giammai toccare in niun punto (pagg. 68, 69) per la forza ripulsiva ch'esercita perpetuamente il calorico disperso fra loro. Dunque la forza d'attrazione non opera che sulle molecole dei corpi e non su quelle del calorico. Ora poi egli suppone che la repulsione del calorico nasca dalla violenza con cui s'atraggono le sue molecole. Dunque per ammetter la forza repulsiva fra le molecole del calorico, egli ha bisogno di valersi della forza di attrazione precedentemente esclusa fra queste molecole. Dunque tanto la spiegazione della coesione dei corpi, quanto la forza ripulsiva del calorico non sono che mere ipotesi. Oltre di che la forza d'attrazione delle molecole del calorico tende ella allo stesso punto che la forza d'attrazione fra le molecole dei corpi? Se sì; dunque toccandosi le molecole del calorico per l'attrazione e divenendo nei contatti ripulsive, anche le molecole dei corpi si debbono toccare e restare unite, poichè ne' loro contatti non sono secondo l'Autore ripulsive. Se no; dunque la legge dell'attrazione delle molecole del calorico è di tendere a un punto diverso da quello a cui tendono le molecole dei corpi, il che introduce una nuova ipotesi nell'attrazione medesima. Quante ipotesi per sostenerne una sola!²²

¹⁸ *Ibidem*, nota 26.

¹⁹ *Ibidem*, pp. 37-38 e nota 28.

²⁰ *Ibidem*, nota 30.

²¹ *Ibidem*, p. 73.

²² *Ibidem*, nota 66 (nota 62 della 1° edizione, 1791).

Le critiche del Dandolo muovono dal fatto che Lavoisier considera il calorico un fluido; ma se esso è un fluido, deve essere composto di materia, cioè di particelle. Come rendere conto allora del comportamento di queste particelle? La fisica di Lavoisier a questo proposito è molto debole e azzardata e Dandolo, puntualmente, lo fa notare.

Nel 1794 Dandolo scrisse i *Fondamenti della scienza chimico-fisica applicati alla formazione de' corpi ed ai fenomeni della natura*, opera che pubblicò nel 1795 a Venezia, sotto forma di dizionario. Per quanto riguarda il calorico egli è qui più vicino a Lavoisier, rispetto alle note del *Trattato*: questo fluido è una sostanza che agitandosi ci dà la sensazione di calore; tende sempre all'equilibrio; penetrando nei corpi ne allontana le molecole; non ha peso sensibile, per cui aumenta il volume dei corpi senza aumentarne il peso.²³

Questo avvicinamento al pensiero dello scienziato francese è dovuto al fatto che il *Trattato* e i *Fondamenti* sono opere strutturalmente diverse e con diversi obiettivi. I *Fondamenti* sono un'opera di consultazione, un prontuario da tenere a portata di mano: essi dunque non devono dare adito a dubbi ma dare delle risposte. Il *Trattato*, invece, si presenta come un'opera che pretende di sistematizzare tutte le conoscenze raggiunte dalla scienza chimica al momento. In un'opera simile necessariamente sono compresi anche i limiti a cui la ricerca è arrivata, ma secondo Dandolo non si devono azzardare troppe congetture, e se si fanno ipotesi bisogna fondarle su basi accertate. Per il veneziano Lavoisier non rispetta la massima di «procedere dal noto all'ignoto» e così facendo si avventura su un terreno che non gli è congeniale.

3. Luigi Valentino Brugnatelli (1761-1818)

Brugnatelli studiò medicina a Pavia sotto la guida di Giovanni Antonio Scopoli e Lazzaro Spallanzani. Oltre che per la sua attività scientifica, egli è importante per la sua fervente attività editoriale. L'importanza dei periodici creati da Brugnatelli fu la loro funzione di teatro privilegiato nello svolgimento del dibattito sulla nuova chimica e sui suoi vari aspetti, soprattutto negli anni 1794-1795.

Il periodico di gran lunga più importante fu rappresentato dagli *Annali di chimica*, nati sul modello delle *Annales de Chimie* di Lavoisier, e dei *Chemische Annalen* di Lorenz Crell; questo periodico uscì in 22 volumi dal 1795 al 1805.

Inoltre Brugnatelli propose a sua volta una riforma della nomenclatura chimica perché riteneva insufficiente quella proposta dai francesi; tuttavia, nonostante egli pubblicasse tutte le sue opere usando la propria nomenclatura, essa

²³ V. DANDOLO, *Fondamenti della scienza chimico-fisica applicati alla formazione de' corpi ed ai fenomeni della natura*. Venezia, presso Antonio Curti, 1795, pp. 70-72.

non ebbe per niente successo fuori dall'Italia, e scarso successo in patria, per motivi che esulano da questa trattazione.

Nel 1794 Brugnatelli pubblicò sugli *Annali* una memoria sul calorico,²⁴ poi ristampata nel 1795 come quarto capitolo della sua opera *Elementi di chimica*.²⁵ Brugnatelli definisce il calorico come

(...) un fluido sottilissimo invisibile d'una elasticità estrema, sparso per tutto l'Universo, che penetra tutti i corpi con più o meno facilità, e tende continuamente a mettersi in equilibrio. I Fisici riguardano il calorico come un fluido senza peso; perché niuno strumento finora lo ha indicato.²⁶

Esso viene ulteriormente distinto in:

- calorico *combinato chimicamente* ai corpi, cioè l'elemento calorico; questo è responsabile della formazione dei gas;
- calorico *latente*, responsabile della dilatazione dei corpi e della formazione dei fluidi non permanentemente elastici;
- calorico *specifico*, cioè quello che un dato corpo può contenere;
- calorico *libero*, quello che produce in noi la sensazione di calore.

Ai capitoli 11-13 tratta dei gas. L'ossigeno viene chiamato termossigeno, perché nella sua decomposizione si formano calorico e ossigeno.

Nel 1798 Brugnatelli pubblicò sugli *Annali delle Riflessioni intorno alle differenze che passano tra l'ossigeno, e il termossigeno*,²⁷ in cui cercò di chiarire meglio i presupposti che lo portarono a scegliere questo nuovo nome: «per *termossigeno* intendo la base dell'aria pura dell'atmosfera o *deflogisticata* degli antichi in stato concreto».²⁸ Questa base è composta a sua volta di ossigeno e di calorico in stato concreto.

Il calorico in stato concreto va distinto dal calorico che si impiega per portare la stessa base allo stato di gas: in questo caso si chiama

(...) *calorico irradiante* o fondente, mentre il calorico combinato all'ossigeno è calorico *concreto componente* la base dell'aria pura dell'atmosfera. Quando questa base è convertita in gas, lo chiamiamo *gas termossigeno* a motivo che nelle sue combinazioni può generare calorico e ossigeno astrazione fatta dal calorico fondente. Il calorico è pertanto rispetto al gas termossigeno ciò che l'acqua è relativamente ai sali cristallizzabili.²⁹

Per capire meglio cosa significhi tutto ciò è bene ricordare che anche La-

²⁴ L.V. BRUGNATELLI, «Memoria sopra il calorico», in *Annali di chimica*, vol. 5, 1794, pp. 238-270.

²⁵ ID., *Elementi di Chimica appoggiati alle più recenti scoperte chimiche e farmaceutiche*, Pavia, presso Baldassarre Comino. Con privilegio, 1795.

²⁶ L.V. BRUGNATELLI, *Elementi di Chimica...*, cit., p. 47.

²⁷ *Annali di Chimica*, vol. 15, 1798, pp. 165-189.

²⁸ *Ibidem*, p. 166.

²⁹ *Ibidem*, pp. 166-167.

voisier intende i gas come composti 1) dalla base da cui prendono il nome, cioè l'elemento (per esempio ossigeno, idrogeno, ecc.), e 2) dal calorico, che viene inteso come elemento, per cui è in grado di unirsi chimicamente ai corpi. In altri termini: il calorico, unendosi alla base dell'elemento, lo porta allo stato gassoso.

Inoltre, secondo Brugnatelli, «l'ossigeno è un principio componente la base dell'aria pura dell'atmosfera priva affatto di calorico». Unito alle basi acidificabili forma gli ossici (acidi), mentre il termossigeno può formarli solo se perde calorico concreto; solo in questo caso fa le funzioni dell'ossigeno. Da qui è evidente che ossigeno e termossigeno sono due oggetti distinti. Il termossigeno è di nuova formazione quando nella calcinazione (ossidazione dei metalli) l'ossigeno si unisce al calorico per formare il termossigeno necessario alla combustione dei metalli; il termossigeno «bell'è formato» può essere in due stati: gassoso e concreto.

Questo tentativo di chiarificazione da parte di Brugnatelli complica ancora di più la sua teoria, perché ora l'elemento ossigeno si può trovare a tre livelli:

- ossigeno, come semplice base, non unito ad alcun tipo di calorico;
- termossigeno concreto, formato da ossigeno e calorico concreto;
- termossigeno gassoso, formato da termossigeno concreto e calorico fondente.

Brugnatelli seguì alla lettera il concetto lavoisieriano di «base» di un composto, ma esagerò nell'entusiasmo, perché assegnò anche al calorico la sua base; fu costretto così ad inventare altri tipi di calorico che unendosi alla base di esso giustificassero gli effetti di questo fluido. Per lui, come per molti altri scienziati, la teoria di Lavoisier era difettosa, e come molti altri scienziati si rendeva conto del nesso strettissimo che c'era tra nuova teoria e nuova nomenclatura: riformare questa significava dunque riformare quella.

Purtroppo Brugnatelli si appoggiò ad una teoria errata, cioè quella del termossigeno. Questa fu una scelta sbagliata, perché veniva meno al principio di economia: la teoria di Lavoisier spiegava tutto con due soli elementi, l'ossigeno ed il calorico; quella di Brugnatelli, con le sue distinzioni di uno stesso elemento in concreto, fondente, combinato, ecc., finiva per diventare estremamente complicata e difficile da giustificare.

4. Giovanni Antonio Giobert (1761-1834)

Nativo della provincia di Asti, compì gli studi privatamente, con un precettore esperto in fisica, poi entrò come allievo in una farmacia di Asti e di qui nella farmacia Cauda di Torino, che lasciò verso il 1786 per dedicarsi solamente agli studi scientifici. Nel 1789 divenne membro dell'Accademia delle Scienze di Torino, e nel 1800 ebbe la cattedra di Chimica applicata alle Arti all'Università di quella città. Dal 1791 iniziò a pubblicare a Torino gli *Annali di economia rurale, civile e domestica*, sui quali egli stampava soprattutto memorie di chimica

agricola. La sua attività scientifica fu soprattutto sperimentale: analizzò le acque minerali e varie sostanze chimiche dal punto di vista della loro possibile applicazione industriale, soprattutto in tintoria.

La sua opera principale, in merito alla nuova chimica, è rappresentata dalla memoria *Examen chimique de la doctrine du phlogistique, et de la doctrine des pneumatistes par rapport à la nature de l'eau*,³⁰ letta all'Accademia delle Scienze di Torino il 18 marzo 1792, in cui prendeva le parti della nuova chimica dopo un attento esame dei fenomeni di scomposizione e ricomposizione dell'acqua.

Ma nel 1795 Giobert scrive³¹ che si è un po' discostato dalla teoria dei *pneumatistes* per quanto riguarda l'acqua: essi infatti dicono che essa è composta dalla base del gas ossigeno + la base del gas idrogeno, mentre Giobert sostiene che essa è composta dal gas idrogeno + gas ossigeno. Nello stesso anno si legge in proposito sugli *Opuscoli scelti* questa pagina di Giobert:

Io mi sono scostato (...) dalla maniera con cui sogliono i Pneumatici esprimersi, non per altro, se non perché non posso persuadermi, che nella combustione dell'aria vitale e del gas idrogeno, per cui ne risulta dell'acqua, il calorico assoluto di queste arie venga dalla loro base ad essere separato completamente. E diffatti se ciò addivenisse, oltreché prendendo la somma del calorico assoluto dei due gas, ne dovrebbe risultare nella loro infiammazione un calor sensibile più considerevole assai di quello, che si osserva, ne verrebbe ancora per necessaria conseguenza, che l'acqua che si produce dovrebbe essere affatto priva di calorico assoluto: e noi sappiamo al contrario, che anche in istato di ghiaccio l'acqua contiene una quantità di calorico assoluto molto considerevole. Dalle quali circostanze mi è sembrato essere forza di ammettere, che sebbene la capacità dell'acqua non sia tale da assorbire tutto il calorico dell'aria vitale, e del gas idrogeno, da cui risulta, tuttavia non è altrimenti esatto dire che l'acqua sia un composto di ossigene, e di idrogeno spogliati affatto del loro calorico.³²

Le critiche mosse da Giobert sono comuni a molti scienziati italiani. La loro importanza sta nel fatto che derivano da una attenta analisi sperimentale, nonostante la penuria di mezzi e apparati che Giobert aveva a disposizione.

5. Ermenegildo Pini (1739-1825)

Nato a Milano, a 17 anni entrò nell'ordine dei Barnabiti e nel 1760 si recò a Roma per studiare teologia. Nel 1766 Maria Teresa d'Austria lo chiamò a insegnare matematica alle Scuole Arcimboldiche di Milano, e quando istituì nel

³⁰ In *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Turin*, 1793, pp. 299-342.

³¹ G.A. GIOBERT, «Lettera del sig. Giobert al sig. Cavaliere Lorgna», in *Annali di Chimica*, vol. 5, 1794, pp. 224-247.

³² «Appendice» al «Transunto della dissertazione del P. D. Ermenegildo Pini sulla natura dell'acqua», in *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti*, vol. 17, 1794, pp. 400-401. Questa Appendice è presa da una lettera di Giobert a Anton Maria Lorgna (1735-1796), pubblicata a Torino, per Giacomo Fea, nel 1794.

1772 il museo e la cattedra di storia naturale lo volle come direttore e professore. Pini conservò questo incarico fino al 1812. Viaggiò attraverso l'Italia, la Francia, la Germania e la Svizzera, e raccolse numerosi materiali per il museo.

L'opera di Pini che qui esamineremo si intitola *Osservazioni sulla nuova teoria, e nomenclatura chimica come inammissibile in mineralogia*³³ (1792). Successivamente, Pini pubblicò anche un volumetto *Sulla metachimica, ossia sulla nuova teoria e nomenclatura chimica*,³⁴ sotto forma di lettera a Marco Carburì (1731-1808), per rispondere alle obiezioni che il veronese Giuseppe Tomaselli (1733-1818) aveva mosso alle sue *Osservazioni*.

Il problema di Pini è che non riesce ad accettare che da due corpi di una certa natura (aria) se ne possa ottenere uno di natura completamente diversa (acqua). I Metachimici, come Pini chiama i lavoisieriani, in analogia con ciò che è la metafisica rispetto alla fisica, risolvono il problema in termini di sottrazione di calorico, che fa cambiare di stato ai corpi, ma, poiché lo considerano imponderabile, vanificano l'uso della bilancia. E aggiunge che

(...) nel fissare l'idea del calorico non sono meno indeterminati di quel che fossero gli Stahliani nel determinare il flogisto.³⁵

Nel secondo capitolo, intitolato *Come le esperienze, da cui deducesi la composizione, e la risoluzione dell'acqua, si spieghino, ritenendo l'acqua come semplice sostanza*, Pini elabora meglio questa concezione. Egli suppone due tipi di calorico, che definisce meglio più avanti: il *flogico* ed il *termio*, da cui si ha:

acqua + flogico \longleftrightarrow gas infiammabile

acqua + termio \longleftrightarrow aria vitale.

In questo modo l'acqua risulta essere un elemento semplice, e il calorico le fa solamente cambiare di stato, non di natura: il «gasso infiammabile o idrogeno» è acqua ridotta in bollicine piene di flogico e il «gasso vitale o ossigeno» è acqua ridotta in bollicine piene di termio. Essa rimane in stato gassoso finché la pellicola acqua delle bollicine resiste.

Secondo Pini questa teoria è più economica di quella dei Metachimici, perché implica solo il ritorno dell'acqua al suo stato naturale, mentre essi devono supporre due scomposizioni (di gas ossigeno in ossigeno e calorico, e di gas idrogeno in idrogeno e calorico), e una ricomposizione. Nei termini di questa teoria, che Pini mutuò da quella di Henry Cavendish, la scomposizione dell'ac-

³³ E. PINI, «Osservazioni sulla nuova teoria e nomenclatura chimica come inammissibile in mineralogia», in «Opuscoli di Ermenegildo Pini C. R. B.», inseriti nelle *Memorie di matematica e fisica della società italiana*, 1792, vol. 6, pp. 1-60.

³⁴ ID., *Sulla metachimica, ossia sulla nuova teoria e nomenclatura chimica*, Milano, ed. Giuseppe Marelli, 1793.

³⁵ E. PINI, «Osservazioni ...», *cit.*, p. 3.

qua mediante il passaggio attraverso una canna di ferro rovente è una scomposizione del ferro, che perde flogico, per cui attira una parte di acqua e aumenta di peso, mentre un'altra parte di acqua si unisce al flogico liberato dal ferro e diventa aria infiammabile. In breve,

acqua (semplice) + ferro (metallo + flogico) <—> calce di ferro (metallo + acqua) + aria infiammabile (acqua + flogico)

Il terzo capitolo è *Sull'Oxigene, ed Idrogene*, che per Pini sono nomi vuoti, sostanze immaginarie, cioè metachimiche: infatti, se si definisce l'ossigeno come gas ossigeno senza calorico, si deve anche determinare *quanto* calorico se ne è andato, ma questo è assai arduo, perché anche nel ghiaccio, che contiene acqua, gas idrogeno, e gas ossigeno, c'è del calorico.

Il quarto capitolo tratta *Del Calorico*, e Pini ne ipotizza un terzo stato fisico, oltre a quelli latente e libero: è il calorico *involutato*, cioè sotto forma delle bollicine di cui sopra. Il calorico si trova sotto tre forme riconoscibili: la luce, il fuoco e la materia elettrica; essi possono combinarsi tra loro. Il calorico è una sostanza atta a produrre calore sensibile: quando si manifesta con fiamma si chiama *flogisto*, distinto in *flogico* (se si infiamma per applicazione di fiamma viva o di scintilla elettrica) ed in *pirico* (se si infiamma senza le precedenti applicazioni); quando si manifesta senza fiamma si chiama *termio*, o calore non infiammabile. Pini aggiunge polemicamente:

La novità dei nomi da me introdotti unicamente per brevità di espressione non potrà fare difficoltà a chi nella Nomenclatura si è preso ogni licenza.³⁶

E continua, citando il passo della *Méthode* in cui il flogisto è definito come un

(...) Protée, qui se présente sous toutes les formes, & qui échappe au raisonnement comme à l'expérience.³⁷

Se questo è vero, allora il calorico è uno «sgraziato Esopo»,³⁸ perché la sua natura non è chiara nemmeno ai suoi inventori. Il flogisto, invece, è diventato chiaro e conoscibile, ora che lo si è distinto in varie specie.

6. Conclusione

A proposito dei chimici italiani Ferdinando Abbri afferma:

A prescindere da ciò che lo stesso Lavoisier considerava essenziale nella sua teoria, le varie comunità scientifiche privilegiarono aspetti diversi di tale teoria, selezionati sulla

³⁶ *Ibidem*, p. 37.

³⁷ L.B. GUYTON DE MORVEAU, A.L. LAVOISIER, C.L. BERTHOLLET, A.F. FOURCROY, *Méthode de nomenclature chimique*, Parigi, Cuchet, 1787, p. 308.

³⁸ E. PINI, «Osservazioni sulla nuova teoria...», *cit.*, p. 38.

base di radicate tradizioni di filosofia chimica (i concetti di calorico, di stato aeriforme dei corpi, di ossigeno, la sintesi dell'acqua, la nuova nomenclatura e la sua applicazione a tutti i settori di pertinenza della chimica furono alternativamente posti in primo piano nei vari contesti).³⁹

Abbiamo preso in esame sia seguaci che oppositori della nuova chimica, ma la teoria del calorico non soddisfece né l'una né l'altra fazione. I punti di critica sono vari:

1) il calorico è un fluido, quindi è composto di particelle, quindi occorre uno studio approfondito della sua fisica. In questo campo, nonostante gli anni di lavoro con Laplace, Lavoisier è abbastanza debole e si rende conto di non fornire adeguate e sufficienti spiegazioni, ma può solo azzardare congetture. Questa critica è di ordine fisico, ed è mossa principalmente da Dandolo.

Le critiche di Giobert, Brugnatelli e Pini sono invece di ordine prettamente chimico:

2) il calorico è quella sostanza che porta le «basi» delle arie allo stato aeriforme. Che bisogno c'è di elaborare questa teoria, quando non è noto se sia possibile o meno in natura l'esistenza di un elemento senza calorico?

3) se il calorico è un elemento e quindi si combina chimicamente agli altri elementi, cosa accade quando non è combinato? Cosa accade, invece quando lo è, secondo la teoria delle «basi» dei gas? Si rischia di regredire all'infinito inventando sempre nuovi stati di calorico (combinato, fondente, ecc.) responsabili dello stato appena precedente.

4) con il calorimetro si può misurare una quantità di calore, tuttavia non lo si può pesare, e questo rende il calorico altrettanto problematico che il flogisto: non è possibile ottenerli allo stato puro e l'uso della bilancia è vanificato in entrambi i casi. Perché abbandonare una teoria difettosa per una altrettanto difettosa?

In definitiva, la teoria di Lavoisier non era tanto perfetta e coerente nei fatti quanto nei principi che la ispiravano. In Italia, generalmente, le critiche erano indirizzate alla nuova nomenclatura, ma sia i lavoisieriani che i seguaci delle teorie del flogisto si confrontarono soprattutto con i principi che alla nomenclatura facevano da base, proprio perché teoria e nomenclatura erano intimamente connesse e non si poteva accettare o rigettare l'una senza accettare o rigettare l'altra. Come altri scienziati europei, anche gli italiani furono molto attenti alle piccole e grandi imperfezioni del nuovo sistema di chimica: questo, infatti, si poneva in termini di rottura nei confronti del sistema flogistico con-

³⁹ F. ABBRI, «Tradizioni chimiche e meccanismi di difesa: G. A. Scopoli e la 'Chimie Nouvelle'», in *Archivio di Storia della Cultura*, anno IV, 1991, Morano editore, pp. 76-77.

solidato, e non poteva essere accettato acriticamente. Essendo una teoria neonata, la nuova chimica presentava inevitabilmente alcuni limiti, come la teoria dell'acidità e l'ipotesi del calorico, che potevano essere usate contro di essa. La teoria del flogisto non spiegava l'aumento di peso delle calci, ma quella di Lavoisier non spiegava il comportamento degli acidi ossigenati e comprendeva al suo interno un principio altrettanto ipotetico (il calorico).

In definitiva, se per gli oppositori di Lavoisier il calorico era un oggetto perlomeno inutile, se non addirittura favolistico (un «Esopo»), anche per coloro che accettavano la nuova chimica esso era descritto in modo insoddisfacente o, per dirla con Pini, «sgraziato».

BIBLIOGRAFIA

- «Appendice» al «Transunto della dissertazione del P. D. Ermenegildo Pini sulla natura dell'acqua», in *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti*, vol. 17, 1794, pp. 400-401.
- ABBRI F., «Tradizioni chimiche e meccanismi di difesa: G. A. Scopoli e la 'Chimie Nouvelle'», in *Archivio di Storia della Cultura*, anno IV, 1991, Morano editore, pp. 75-92.
- «De utilitate chemiae in oeconomia reipublicae. La rivoluzione chimica nel Piemonte dell'antico regime», in *Studi storici. Rivista trimestrale dell'Istituto Gramsci*, fasc. 2, 1989, pp. 401-433.
- «Lavoisier e Dandolo. Le edizioni italiane del *Traité élémentaire de chimie*», in *Annali dell'Istituto di filosofia dell'Università di Firenze*, 1984, vol. 6, pp. 163-182.
- BERETTA M., «Luigi Valentino Brugnatelli e la chimica in Italia alla fine del '700», in *Storia in Lombardia*, 1988, fasc. 2, pp. 3-31.
- «Gli scienziati italiani e la rivoluzione chimica», in *Nuncius*, 1989, fasc. 2, pp. 119-145.
- BRUGNATELLI L.V., *Elementi di Chimica appoggiati alle più recenti scoperte chimiche e farmaceutiche*, Pavia, presso Baldassarre Comino. Con privilegio, 1795.
- «Memoria sopra il calorico», in *Annali di chimica*, vol. 5, 1794, pp. 238-270.
- DANDOLO V., *Fondamenti della scienza chimico-fisica applicati alla formazione de' corpi ed ai fenomeni della natura*. Venezia, presso Antonio Curti, 1795.
- GIOBERT G.A., «Examen chimique de la doctrine du phlogistique, et de la doctrine des pneumatistes par rapport à la nature de l'eau», in *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Turin*, 1793, pp. 299-342.
- «Lettera del sig. Giobert al sig. Cavaliere Lorgna», in *Annali di chimica*, vol. 5, 1794, pp. 224-247.
- GUERLAC H., «Chemistry as a branch of physics: Laplace's collaboration with Lavoisier», in *Historical studies in the physical sciences*, vol. 7, 1976, pp. 193-276.
- GUYTON DE MORVEAU L.B., LAVOISIER A.L., BERTHOLLET C.L., FOURCROY A.F., *Méthode de nomenclature chimique*, Parigi, Cuchet, 1787.

- LAVOISIER A.L., *Memorie scientifiche. Metodo e linguaggio della nuova chimica*, a cura di F. Abbi, Theoria, Roma 1986.
- *Trattato elementare di chimica. Presentato in un ordine nuovo dietro le scoperte moderne; con figure. Recato dalla Francese nell'Italiana favella da Vincenzo Dandolo veneto*, Venezia, 1791¹, 1792², 1796³, per i tipi di Antonio Zatta.
- PEDROCCO G., «Scienziati piemontesi nell'evoluzione chimica settecentesca», in G.C. CALCAGNO, V. PALLOTTI, G. PEDROCCO, *Scienze e tecnologie in Europa nell'età moderna*, CLUEB, Bologna 1979, pp. 15-83.
- PINI E., «Osservazioni sulla nuova teoria e nomenclatura chimica come inammissibile in mineralogia», in *Memorie di matematica e fisica della società italiana*, vol. 6, 1792, pp. 1-60.
- TUGNOLI PATTARO S., *Dalla chimica del flogisto alle teorie lavoisieriane dell'ossidazione e del calore*, CLUEB, Bologna 1984.