

DAVIDE ARECCO*

**Lavoisier e le macchine aerostatiche:
un dibattito chimico tra Francia e Piemonte (1783-1815)****

Lavoisier and ballooning; a chemical debate between France and Piedmont (1783-1815)

Summary – The practice of aerostation was born in the Old Regime France, in the kingdom of Louis XVI, strictly related with the developments of chemistry in the age of the late Enlightenment. Lavoisier and other French scientists of the Académie Royale des Sciences of Paris all had deep interests in ballooning. After France, the first flights were performed with great enthusiasm in Piedmont, under the new king Vittorio Amedeo III.

1. Il secolo dei Lumi e la conquista dell'aria

Nell'ultimo scorcio del Settecento, una delle imprese tecnico-scientifiche di maggiore successo e risonanza si rivelò senz'altro la costruzione e l'ascensione dei globi aerostatici, iniziativa realizzata la prima volta dai fratelli Montgolfier e promossa da Lavoisier e dalla Académie des Sciences a partire dal 1783, l'anno stesso dei primi storici ed entusiasmanti voli. Il sogno antichissimo di mettere a punto mezzi che potessero permettere agli uomini di volare, risalente almeno al pitagorico Archita di Taranto, venne reso possibile nella Francia di antico regime dalle più recenti acquisizioni nel campo della chimica pneumatica, o «fisica delle arie», come allora la si chiamava in Italia. I fratelli Montgolfier, dopo avere osservato che l'idrogeno era più leggero dell'aria atmosferica, si convinsero di provare a sfruttarne le proprietà ascensionali al crescere della temperatura, iniziando sin dai tardi anni Settanta ad accumulare esperienze – più che esperimenti – con palloni di carta dalle piccole dimensioni, riempiti di «air inflammable». A seguito dello straordina-

* Università degli Studi di Genova.

** Relazione presentata al X Convegno Nazionale di «Storia e Fondamenti della Chimica» (Pavia, 22-25 ottobre 2003).

rio successo di pubblico delle prime prove, l'Académie parigina, con Lavoisier in prima fila, cominciò a interessarsi della cosa e si decise a finanziare ulteriori ricerche, anche attraverso l'istituzione di appositi laboratori per la produzione industriale di idrogeno in grandi quantitativi.¹

Un matrimonio di empirismo e politica della scienza, un incontro di pratiche che prese avvio quando, il 4 giugno 1783, avvenne il primo lancio aerostatico, senza persone a bordo, nella piazza del mercato di Annonay. Nei mesi immediatamente successivi poi, scienziati e uomini di lettere, aristocratici e militari fecero letteralmente a gara per salire a bordo delle nuove macchine, la cui meraviglia ispirava a Condorcet le più commosse riflessioni circa un progresso inarrestabile delle tecniche e della società. Tra il 1783 e il 1784 furono centinaia le ascensioni aerostatiche realizzate in tutta Europa, segnando in tal modo l'avvio di una nuova era nella storia dell'aviazione.² Tra i moltissimi aerostati del 1785, il più notevole fu invece il *Comte d'Artois*, munito d'un sistema di eliche che facevano pensare nella struttura ad un mulino a vento. Esso venne progettato e costruito nell'officina di Parigi che produceva, tra le altre sostanze chimiche, l'idrogeno richiesto dagli accademici per le ascensioni.

2. Priestley in Francia

I Montgolfier non erano degli empirici puri. Michel aveva fatto studi di matematica, di meccanica e di fisica. Etienne, da parte sua, aveva studiato architettura con Soufflot, uno dei padri del classicismo settecentesco, esercitando anche la professione, prima di entrare con il fratello nella direzione della manifattura di carta di proprietà del padre Pierre, dove i due introdussero il nuovo metodo, così detto «all'olandese», per la produzione del *papier vélin*, ancora sconosciuto nella Francia del tempo.³

Ma, in particolare, Etienne ha anche letto e meditato, tra il 1776 ed il 1781, i primi due volumi degli *Experiments and observations on different kinds of Air* del chimico e teologo unitario Joseph Priestley, nella traduzione francese di Gibelin.⁴

¹ MARCO BERETTA, *Lavoisier, la rivoluzione chimica*, Milano, Le Scienze, «I grandi della scienza», n. 3, 1998, pp. 70-71.

² CHARLES C. GILLISPIE, *The Montgolfier Brothers and the Invention of Aviation*, Princeton, Princeton University Press, 1984.

³ LEONARD N. ROSENBAUM, *Hiring and Firing at the Montgolfier Paper Mill*, in *The Workplace before the Factory*, Ithaca, Cornell, 1994, pp. 225-240.

⁴ JOSEPH PRIESTLEY, *Observations sur différentes espèces d'air traduites de l'anglais par Monsieur Gibelin*, Paris, Saillant et Nyon, 1775-1776. L'edizione napoletana del 1784, stampata dallo Stasi ed intitolata *Sperienze e osservazioni sopra diverse specie di aria*, presentava nel volume terzo un bel «saggio di nautica aerea». Si vedano HENRY GUERLAC, *Priestley first papers on gases*, «Journal of the history of medicine», XII, 1957, pp. 1-12; FERDINANDO ABBRI, *La chimica nel Settecento*, Torino, Loescher, 1978, pp. 83-87; MAURICE P. CROSLAND, *A practical perspective on Joseph Priestley as a pneumatic chemist*, «The British journal for the history of science», XVI, 1983, pp.

Una conoscenza sì mediata quella di quest'ultimo, indiretta, ma non certo da trascurare, una delle poche di cui siamo realmente certi. Caratteristica figura di *natural philosopher* di chiara ascendenza baconiana, particolarmente diffusa in Inghilterra, negli Stati Uniti e in Olanda nella seconda metà del XVIII secolo, Priestley fu tra l'altro un grande rivale e oppositore di Lavoisier.⁵

In dilettanti come Priestley e i Montgolfier e in un professionista come Lavoisier si rispecchiano quelli che Vincenzo Ferrone ha definito due universi culturali, istituzionali e politici assai distanti tra di loro, se non irriducibili l'uno all'altro. Il secondo appartiene per intero ad una società chiusa e corporativa, gerarchizzata e sorretta dalla logica dello stato assolutista, mentre il primo rispecchia il prevalere di una realtà civile assai più dinamica ed aperta, in cui il ruolo dello Stato è molto più circoscritto e limitato. Se l'identità politica e culturale dell'accademico francese era emersa tramite l'acquisizione del prestigioso rango dei *corps d'Etat*, il filosofo naturale britannico aveva invece alle spalle il mito repubblicano delle intelligenze tratteggiate nella *New Atlantis* e le newtoniane *Boyle Lectures*. La carriera di Priestley, come quella dei fratelli Montgolfier, è quella di un autodidatta piuttosto scettico verso l'idea di un sapere sempre più specialistico e professionalizzante, che rischiava solo di perdere di vista i più fecondi intrecci con la sfera politica e gli altri rami del sapere.⁶

Alla luce di queste considerazioni ferroniane, non appare più un caso che Priestley sia giunto solo tardivamente alle ricerche sui fenomeni elettrici e sulle arie, sino a formulare la moderna chimica dei gas che ispirò i due Montgolfier e che lo ha consegnato alla storia della scienza. I suoi primi scritti avevano infatti riguardato esposizioni e commenti del pensiero politico radicale, secondo gli orientamenti di una tradizione sociniana molto sentita, oggetto di riflessione nelle *Lettres anglaises* di Voltaire e comune anche al liberalismo di Blake e di Godwin, anzi perfettamente in linea con le idee sostenute dall'autore dell'*Enquirer* e della *Political Justice*.⁷

Una volta che decise di dedicarsi a tempo pieno all'attività scientifica, Priestley lo fece secondo il modello britannico del filosofo naturale, partecipando alle storiche sedute della Lunar Society di Birmingham, un'istituzione privata provinciale, cresciuta all'ombra di ben più famosi circoli culturali nell'Inghilterra dell'epoca, dove all'insegna di un'impostazione utilitarista e proto-industriale si ritrovavano a discutere galantuomini e ricercatori, uomini di scienza e pratici di genio, come Galton e Watt.

223-228; F. ABBRI, *Origini e sviluppi della chimica*, in EVANDRO AGAZZI (diretta da), *Storia delle scienze*, I, Roma, Città Nuova, 1984, pp. 357-361.

⁵ STEPHEN E. TOULMIN, *Esperimenti cruciali: Priestley e Lavoisier*, in PHILIP PAUL WIENER, AARON NOLAND (a cura di), *Le radici del pensiero scientifico*, Milano, Feltrinelli, 1971, pp. 498-517.

⁶ VINCENZO FERRONE, *L'età dei Lumi*, in *Lo scienziato nell'età moderna*, Roma-Bari, Laterza, 1994, pp. 102-104.

⁷ CALOGERO FARINELLA, *William Godwin e il suo Journal all'epoca della Rivoluzione Francese (1788-1793)*, «Miscelanea storica ligure», XV, 1985, p. 182, 189.

Nelle pagine di Priestley, i fratelli Mongolfier trovarono la felice conferma delle loro osservazioni. Fu leggendo Priestley che Etienne si convinse di potere sfruttare la proprietà che rende i gas più leggeri al crescere della loro temperatura al fine di sollevare in aria corpi pesanti e carichi utili. Artigiani superiori, secondo alcuni. Ma forse neanche, trattandosi di due industriali della carta, di due dei primi tecnici a farsi tecnologi, a convertire il singolo fatto tecnico entro un più vasto e generalizzato sistema economico di produzione in serie.

Appena arrivato il rapporto delle esperienze di volo dei due Montgolfier, l'Académie des Sciences s'impegno perché fossero fisici di formazione a mettere a punto, in un arco di tempo il più breve possibile, un modello di aerostato che avrebbe dovuto rappresentare una risposta «scientifica» al globo realizzato dai «meccanici», allora sinonimo di «empirici»,⁸ rendendo evidente come il mondo degli accademici di formazione faticasse ad accettare che dei dilettanti dessero dei punti alla scienza ufficiale. Un fitto dialogo a più voci che vive nei maggiori carteggi di questi anni. Il 14 dicembre 1783, Priestley scrisse a Sir Joseph Banks, presidente della Royal Society di Londra, per ringraziarlo del suo «account of the air balloons which though at present they only amuse the idle, may in time answer some important purposes in philosophy, enabling us to explore the upper regions of the atmosphere».⁹

Accanto all'accademia francese, la Royal Society svolse anch'essa un ruolo di primo piano nel tradurre in parole e in termini rigorosamente scientifici quello che era il linguaggio della pratica aerea, esprimendo la sentita esigenza di riproducibilità modellistica dei fatti sperimentali quale sola garanzia di condivisibilità, formalizzando con ciò una consapevole rielaborazione dotta di questioni, quando non nate, comunque sviluppatasi in seno al mondo dell'empiria. Un vero e proprio trasferimento scientifico di conoscenze tecniche.

Nelle pagine del «Journal de Paris», il primo quotidiano francese, le testimonianze in merito all'aerostatica convivono con la circostanziata cronaca del dibattito scientifico nella capitale e delle più recenti migliorie tecniche, con il calendario dei lavori dell'Académie des Sciences e con i frequenti conflitti tra chimici che ne contraddistinsero l'esistenza. Anzi, proprio le mongolfiere stimolarono e accrebbero ulteriori discussioni. Tra i bagliori della dilagante cultura scientifica, che vedevano tra i protagonisti in prima fila intellettuali e dame dell'aristocrazia, re e regine di tutta Europa, conquistati dagli strabilianti fenomeni delle macchine elettriche o sofferenti per la terribile tragedia di Pilâtre de Rozier, lo sfortunato Icaro morto sul

⁸ CHARLES C. GILLISPIE, *Scienza e potere in Francia alla fine dell'Ancien Régime* (1980), Bologna, Il Mulino, 1983; LEONARD N. ROSENBAND, *Jean-Baptiste Réveillon. A Man on the Make in Old Regime France*, «French Historical Studies», XX, 1997, pp. 481-510; LEONARD N. ROSENBAND, *Perils of petty production*, «Science in Context», XI, 1998, pp. 3-21.

⁹ WILLIAM E.K. MIDDLETON, *The Invention of the Meteorological Instruments*, Baltimore, Hopkins, 1969, p. 288.

suo aerostato nel giugno 1785, durante un tentativo di attraversamento della Manica, si andava configurando un cambiamento assai profondo nei tradizionali quadri di riferimento culturale dell'Europa occidentale. Attraverso le continue scoperte chimiche e i voli in aerostato la cultura scientifica e tecnica era entrata ormai pienamente a far parte della formazione intellettuale delle moderne *élites* colte.¹⁰

3. Lavoisier e le mongolfiere

Tra l'estate e l'autunno del 1783, mentre Lavoisier e Laplace erano impegnati nello studio della combustione di idrogeno e ossigeno, le ascensioni dei primi palloni aerostatici richiamavano l'attenzione crescente del pubblico come degli scienziati. Come ha osservato Ferdinando Abbri, per avere solo un'idea dell'enorme eco avuta da questi lanci è sufficiente sfogliare i più importanti periodici francesi del tempo, su tutti l'«Année littéraire», dove si possono ritrovare riferimenti continui alle esperienze dei Montgolfier e dei loro epigoni.¹¹

Il «Journal Encyclopédique» dedicò in ogni numero, tra il 1783 e il 1785, uno spazio sempre più vasto a lettere e notizie, comunicazioni di esperimenti e discorsi, recensioni ed elegie, rapporti e resoconti sulle macchine aerostatiche. Ai primi lanci dei due Montgolfier seguirono quelli del marchese d'Arlandes e di Pilâtre de Rozier, protagonisti dei primi voli umani in pallone. Si presentò tuttavia quasi subito un problema tecnico di difficile soluzione, vale a dire l'individuazione di un combustibile più efficace della semplice aria riscaldata.

Una prima proposta di soluzione venne da Jacques-Alexandre Charles, professore alla Sorbona e membro dell'Académie des Sciences, il quale fece gonfiare dai fratelli Robert dei palloni di «air inflammable», ossia idrogeno. Un matrimonio di scienza e tecnica, quello tra Charles e i Robert, che, con i lanci aerostatici e le ascensioni umane, impressionò molto i chimici e i fisici francesi, Lavoisier su tutti. Quest'ultimo, il 2 luglio 1783, venne nominato membro di una commissione per l'esame della macchina aerostatica dei fratelli Montgolfier, insieme tra gli altri con Le Roy, Monge e Desmarests.¹²

Il rapporto dettagliato messo a punto dalla commissione fu presentato all'accademia francese il 23 dicembre.¹³ Appena tre mesi prima, il 7 settembre, se n'era

¹⁰ V. FERRONE, *Scienza*, in *L'Illuminismo*, Roma-Bari, Laterza, 1997, pp. 333-341.

¹¹ F. ABBRI, *Le terre, l'acqua, le arie. La rivoluzione chimica del Settecento*, Bologna, Il Mulino, 1984, pp. 297 e segg.

¹² LEONARD N. ROSEN BAND, *Nicolas Desmarest and the Transfer of Technology in Old Regime France*, in *The Modern Worlds of Business and Industry*, Princeton, Princeton University Press, 2000, pp. 104-120.

¹³ ANTOINE-LAURENT LAVOISIER, *Oeuvres*, III, Paris, Imprimerie Impériale, 1862, pp. 710-739; JAMES R. PARTINGTON, *Chemistry through Eighteenth century*, in *Natural Philosophy through the XVIIIth century*, London, Mac Millan, 1972, pp. 47-66; ANDREW SCOTT, *Il pallone aerostatico e la nascita della chimica moderna*, «Le Scienze», marzo 1984.

andato il vecchio Eulero, uno dei più grandi matematici di tutto il Settecento, il quale a San Pietroburgo aveva calcolato su una lavagna la legge matematica che governa l'ascensione delle mongolfiere. In seguito, l'Académie des Sciences creò un apposito comitato, nel quale, oltre a Lavoisier, era presente anche Jean-Baptiste-Marie Meusnier, per studiare a tavolino lo sviluppo dei globi costruiti ed utilizzati secondo il metodo Charles-Robert.¹⁴

La produzione, in grandi quantitativi, di aria infiammabile divenne così un problema tecnico essenziale e stimolò direttamente i celebri studi lavoisieriani sulla scomposizione dell'acqua. L'interesse di Lavoisier per la produzione di idrogeno è testimoniato da una sua lettera al Duca de la Rochefoucauld risalente al 25 settembre 1783, contenente dettagliate istruzioni circa il modo di produrre l'«air inflammable en grand», circa la sua conservazione e soprattutto circa il sistema da usarsi per riempirne gli involucri degli aerostati.¹⁵

Il 6 agosto 1783, il Vandermonde lesse ai soci dell'Académie una lettera sui risultati conseguiti da Monge e Mézière, indipendentemente da Lavoisier e Laplace, lavorando alla combustione dell'aria infiammabile e di quella deflogisticata in un apparecchio voltiano, lo stesso con il quale aveva operato in Inghilterra il fisico napoletano Tiberio Cavallo, studioso di elettricità e primo storico dell'aeronautica.¹⁶

Nel novembre di quello stesso anno, Lavoisier fece la sua prima relazione ufficiale in merito alle esperienze di sintesi dell'acqua effettuate nel precedente mese di giugno insieme a Laplace, annunciando che l'acqua è un composto di due gas, in altre parole un elemento costitutivo di due arie. L'annuncio della scoperta venne dato da vari giornali ed incontrò immediatamente una vasta risonanza. Se ne trova traccia nella lettera scritta a Lavoisier il 16 novembre 1783 da De Pio, allora segretario dell'ambasciata napoletana a Parigi.¹⁷

La memoria relativa a queste esperienze venne pubblicata nel 1784 nei «Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris» per l'anno 1781, ma in essa si possono leggere diverse aggiunte frutto di ricerche più vicine nel tempo. Pertanto, il contenuto reale delle scoperte lavoisierane del 1783 si trova nell'*Extrait d'un Mémoire lu par Monsieur Lavoisier à la Séance publique de l'Académie des Sciences du 12 novembre sur la nature de l'eau*, edito nel numero di dicembre 1783 delle «Observations» dell'abate Rozier.¹⁸

¹⁴ JAMES E. MCCLELLAN, *The Académie Royale des Sciences*, «Isis», LXXII, 1981, pp. 541-567.

¹⁵ LAVOISIER, *Correspondance*, III, Paris, Michel, 1964, pp. 744-746.

¹⁶ TIBERIO CAVALLO, *The History and Practice of Aerostation*, London, printed for the Author, 1785.

¹⁷ LAVOISIER, *Correspondance* cit., pp. 751-753.

¹⁸ «Observations sur la physique», III, 1783, pp. 451-456. Si vedano in proposito EDWARD W. NEAVE, *The Chemistry in the Rozier's Journal*, «Annals of Science», VI, 1948, pp. 416-421; JAMES E. MCCLELLAN, *The Scientific Press in Transition. The Rozier's Journal and the Scientific Societies in the 1770s*, «Annals of Science», XXXVI, 1979, pp. 36-79.

A proposito del dibattito seguito all'annuncio della scoperta lavoisieriana è importante ricordare anche il *paper* di Cavendish sull'acqua, reso noto alla Royal Society nella pubblica adunanza del 15 gennaio 1784 e pubblicato sulle «Philosophical Transactions» nel 1784 con il titolo di *Experiments on Air*.¹⁹ Nella sua memoria il chimico inglese rammentava anche le coeve esperienze di Watt, autore di alcuni *Thoughts on the constituent Parts of Water and of Dephlogisticated Air*, un seguito dei quali venne letto ai soci dell'accademia londinese il 6 maggio 1784.²⁰

La memoria di Cavendish era destinata a sollevare infinite discussioni in Francia, dove l'opposizione di Lavoisier all'interpretazione avanzata dallo scienziato inglese fu totale. Il *paper* si poneva infatti sulla scia delle indicazioni di Priestley e di Volta, trovando il proprio referente teorico primario nella teoria di Kirwan sull'aria fissa come prodotto di ogni tipo di flogisticazione. Il punto di partenza delle esperienze di Cavendish erano le osservazioni di Warltire a proposito della combustione di una «mixture of common and inflammable air by electricity». La sua ipotesi circa la formazione dell'acqua si presentava in realtà come una teoria sulla composizione di idrogeno e ossigeno, a partire dalle conclusioni lavoisieriane desunte dalle prime esperienze aerostatiche.

Per Cavendish l'acqua «consists of dephlogisticated air united to phlogiston».²¹ Nelle pagine conclusive del suo scritto il chimico britannico mostra di volere accettare vari punti della lettura lavoisieriana, ma ritiene ancora che molti fenomeni possano venire spiegati con il ricorso al flogisto stahliano. Egli riscrisse pertanto le affermazioni di Lavoisier nei termini della sua teoria, accettando la presenza flogistica al fine di mantenere «a commonly received principle». In questo quadro di contrasti va ricordato anche che i lavori di Priestley in merito alla conversione dell'acqua in aria avevano rappresentato il motivo d'avvio per le ricerche di Watt, il quale ne aveva scritto al chimico di Birmingham in una lettera del 26 aprile 1783, a loro volta legate da vicino agli studi di Crawford sul calore.²²

Le contrastanti interpretazioni dei chimici inglesi e francesi, in una circolazione di uomini e idee che lo storico sa caratteristica del secondo Settecento, trova significativa eco nel contenuto di una lettera scritta l'11 maggio 1784 dal Magellan al conte Lodovico Carlo Morozzo, membro dell'Accademia delle Scienze di Torino e nome di punta tra gli scienziati subalpini. Nella missiva, Magellan comunicava al mondo scientifico piemontese e italiano i risultati degli studi chimici di Watt, in accordo con le concezioni di Priestley e di Kirwan e senza menzionare le indagini di Cavendish, rimasto ormai in minoranza.²³

La scienza sabauda conobbe pertanto le più recenti acquisizioni della nuova

¹⁹ «Philosophical Transactions», LXXIV, 1784, pp. 119-153.

²⁰ *Ivi*, pp. 329-357.

²¹ *Ivi*, pp. 137-138.

²² ADAIR CRAWFORD, *Experiments and Observations*, London, Murray, 1779.

²³ «Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti», VII, 1784, pp. 210-212.

chimica volgendosi non senza ambiguità e oscillazioni ora all'Inghilterra di Watt ora alla Francia di Lavoisier. Quest'ultimo, lungo tutto il 1784, proseguì a fianco di Meusnier le verifiche della teoria formulata alla fine dell'anno precedente, volte a stabilire che l'acqua è un composto chimico. La necessità di produrre grandi quantitativi di idrogeno per riempire le mongolfiere non fu solo l'atto di nascita pressoché ufficiale dell'industria del volo, ma anche l'elemento principale che spinse i due chimici francesi a tentare di ottenere l'aria infiammabile tramite processi di scomposizione dell'acqua, in un intreccio assai fecondo di esigenze istituzionali e nascente tecnologia chimica.

La produzione di ingenti quantità di «air inflammable» avvenne nei laboratori annessi all'arsenale regio e tenne occupati Lavoisier e Meusnier nel marzo del 1784. Alla fine del mese i due chimici ripeterono le loro esperienze davanti alla commissione per gli aerostati nominata per l'occasione dall'Académie des Sciences. Le prove di scomposizione vennero ripetute ancora nella prima metà di aprile e il 21 del mese il Meusnier lesse ai membri della accademia un resoconto completo delle esperienze effettuate nel marzo precedente.

La memoria tradiva la sentita esigenza, per la chiarezza della nuova scienza chimica, di denominazioni precise che rispecchiassero a tutti gli effetti le proprietà degli oggetti. Il rifiuto radicale del concetto di flogisticazione si accompagnava all'immagine della chimica come scienza fisica, fondata su criteri di tipo essenzialmente quantitativo, senza rinunciare a descrivere le tecniche sperimentali utilizzate. Era questo il procedere analitico proposto da Lavoisier e Meusnier, sia per la chimica sia per l'aerostatica.

In quegli stessi anni, per interesse dell'Accademia delle Scienze di Digione, complessi sistemi meccanici di remi, vele e timoni di grandi dimensioni furono applicati agli aerostati per tentare di arrivare ad una soluzione pratica del problema della dirigibilità. La prima ascensione mediante l'uso di governali avvenne il 12 giugno 1784 grazie all'interessamento di un amico e collega di Lavoisier, il Guyton de Morveau, l'accademico responsabile della traduzione francese, tra il 1779 ed il 1790, dei celebri «Opuscula physica et chemica» dello svedese Torbern Bergmann, la cui prima stampa italiana vide la luce a Firenze nel 1787.²⁴

La scienza non stava pertanto a guardare. Ricordiamo, in proposito, le analisi chimiche svolte da Cavendish sui campioni d'aria portatigli da Jean-Pierre Blanchard e John Jeffries nel 1784,²⁵ nonché i rilievi barometrici effettuati oltre i tremila metri dal grande Joseph-Louis Proust a bordo della *Marie Antoinette* di Pilâtre de

²⁴ Tra i fondatori della nuova nomenclatura chimica insieme a Lavoisier e Fourcroy, Morveau contribuì a separare dalle scuole settecentesche di storia naturale la stessa scienza chimica (PATRICE BRET, *Lavoisier et l'Encyclopédie méthodique*, Firenze, Olschki, 1997).

²⁵ HENRY CAVENDISH, *The Scientific Papers*, II, Cambridge, Cambridge University Press, 1921, pp. 77-80.

Rozier il 23 giugno di quello stesso anno, al cospetto del re di Francia Luigi XVI e di Gustavo III di Svezia.²⁶

Oltre vent'anni dopo, il 20 agosto 1804, si sarebbe avuta la prima ascensione dedicata esclusivamente a ricerche scientifiche, grazie a due nomi di prima grandezza, quali Biot e Gay-Lussac, entrambi membri dell'École polytechnique. Il volo fu richiesto da Laplace per giungere in via definitiva a confermare o smentire le asserzioni di quanti, a seguito delle varie ascensioni aerostatiche, sostenevano che ad alta quota si registra un affievolimento dell'azione dei fenomeni magnetici ed elettrici. Il corpo militare degli ingegneri della Scuola aerostatica di Meudon, fondata ufficialmente il 2 aprile 1794, fu incaricato di allestire una apposita mongolfiera in cui i due scienziati si imbarcarono muniti di un corredo completo di strumenti scientifici (bussola, gasometro, eudiometro e termometro).

Saliti sino all'altezza massima di quattromila metri, i due poterono lì rilevare che le oscillazioni dell'ago magnetico erano coincidenti per numero e ampiezza con quelle che si riscontrano sulla Terra e che i fenomeni elettrici erano anch'essi identici. L'osservazione dell'igrometro consentì loro di riscontrare il decrescere dell'umidità e della temperatura con la quota. Biot e Gay-Lussac presero un campione d'aria e studiarono il comportamento di diversi animali che avevano portato con sé sulla navicella aerea.

In sede di misurazione, i due scienziati francesi optarono sempre per misure calcolate anziché stimate, a salvaguardia della massima precisione possibile, tenendo anche conto di eventuali quanto non infrequenti errori strumentali, nonché della tolleranza degli strumenti stessi. Poco tempo dopo, il 16 settembre 1804, il Gay-Lussac ripeté da solo l'ascensione, questa volta spingendosi sino alla quota di settemila e cinquecento metri. Un vero primato mondiale, si direbbe oggi, dal momento che nessun uomo era mai giunto così in alto nel cielo.

A provvedere al calcolo della quota raggiunta nel corso dell'ascensione era stato il barometro, tenendo nel debito conto la pressione indicata dallo stesso strumento al momento della partenza. Fu pertanto Gay-Lussac, e non altri, il primo a compiere quella regolazione barometrica che si fa di solito sugli aerei e che oggi viene segnalata in codice con la sigla QNH. Inoltre, i campioni d'aria presi da Gay-Lussac a seimila metri confermarono che la composizione dell'atmosfera è indipendente dall'altezza e, in particolare, che alle grandi altezze non si registra presenza di idrogeno, ma solo di ossigeno e azoto, e nelle medesime proporzioni riscontrabili sul livello del mare. A variare era pertanto solo la densità dell'aria atmosferica.²⁷

²⁶ MARCO MAIRANI, *Aerostati*, Milano, Edizioni dell'Ambrosino, 1999, pp. 64 e segg. Su questi temi si può consultare anche il mio *Mongolfiere, scienze e Lumi nel tardo Settecento*, Bari, Cacucci, 2003.

²⁷ AMEDEO AVOGADRO, *Saggi e memorie sulla teoria atomica (1811-1838)*, a cura di Marco Ciardi, Firenze, Giunti, 1995, pp. 27-28.

All'epoca delle due ascensioni, Gay-Lussac era il giovane assistente di laboratorio di Claude Berthollet, autore delle *Observations sur l'air* e dell'*Essai de statique chimique*.²⁸ In linea con i suggerimenti del maestro l'allievo si decise a indirizzare una parte notevole delle sue ricerche allo studio della neutralizzazione delle sostanze in una reazione, nonché alla complessa questione delle affinità chimiche, arrivando lungo questa via ad interessarsi dell'analisi di sostanze gassose e soprattutto della composizione dell'atmosfera terrestre. Le due ascensioni aerostatiche da lui effettuate vanno lette alla luce di questi non secondari interessi. Stesso discorso per le ricerche eudiometriche da lui portate a termine insieme ad Alexander von Humboldt, con le quali si giunse a stabilire che per formare due volumi di vapore acqueo sono necessari due eguali volumi di idrogeno e uno di ossigeno.²⁹

I segnali di un interessamento dotto, scopertamente accademico, sempre e comunque dall'alto, il che presuppone una partecipazione diretta di quelle strutture istituzionali che si rivelarono di importanza irrinunciabile per il finanziamento dei lanci, sino a determinare un'autentica politica del volo, viva e presente in Francia negli anni cruciali che segnano il passaggio dall'età pre-rivoluzionaria a quella napoleonica, concludendo la propria parabola storica poco prima di Waterloo. Si pensi, anche e soprattutto, all'uso bellico degli aerostati nelle battaglie di Valmy (20 settembre 1792) e Fleurus (26 giugno 1794), in difesa dei valori giacobini, nonché al loro impiego nel corso della successiva campagna d'Italia.

I palloni frenati furono utilizzati come mezzo di osservazione strategica per scrutare le mosse e gli spostamenti del nemico sul campo di battaglia. Gli scienziati al servizio della Rivoluzione, un caso estremamente significativo di incontro tra produzione tecnica da un lato e applicazione militare dall'altro, un esempio istituzionalmente forte di politica della scienza, di impiego bellico dell'aerostato destinato a sempre più marcati e profondi sviluppi storici, segnatamente negli Stati Uniti del secondo Ottocento.³⁰

Come noto, fu in nome dell'utilità del sapere scientifico e tecnico che in cambio del loro impegno in fasi di particolare difficoltà per la Rivoluzione i *savants* francesi riuscirono ad ottenere un riconoscimento della loro funzione di *élite* socio-culturale, nonché la facoltà di gestire la propria ricerca, senza doverla con ciò esporre ad eccessive ingerenze di natura politica.³¹

²⁸ MARCO CIARDI, *La chimica? Una teoria particolare: Berthollet e la rivoluzione lavoisieriana*, in GIANLORENZO MARINO (a cura di), *Atti del V Convegno nazionale di storia e fondamenti della chimica*, (Perugia, 27-30 ottobre 1993) Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, 1993, pp. 91-99.

²⁹ EDOARDO TORTAROLO, *Wilhelm e Alexander von Humboldt e l'eredità controversa dell'Illuminismo*, in *Politica, scienze e cosmopolitismo*, Milano, Angeli, 1997, pp. 181-192.

³⁰ ANTONIO CLAVARINO, *Aerostati per uso di guerra*, «Annuario scientifico industriale», XVI, 1879, pp. 1264-1266.

³¹ MARCO BERETTA, *Chemists in the Storm. Lavoisier, Priestley and the French Revolution*, «Nuncius», VIII, 1993, pp. 75-104; Id., *Monarchia o repubblica. Gli scienziati francesi e la Rivolu-*

La chiamata degli scienziati alla ribalta della scena politica, la loro utilizzazione per questioni richiedenti precise competenze di ordine professionale, la loro inclinazione all'uso concreto della ragione illuminista, costituiva una pratica sociale e culturale che si era venuta affermando nella Francia repubblicana dell'anno II, con buoni risultati proprio nel sostegno allo sforzo bellico che il nuovo regime doveva affrontare per resistere agli attacchi di nemici interni ed esterni, come l'avanzata delle truppe austro-russe.³²

4. *Il Piemonte di Vittorio Amedeo III*

Attraverso Condorcet, giunse prontamente alla Accademia delle Scienze di Torino una relazione dell'impresa aerostatica dei fratelli Montgolfier, tanto precisa nei dettagli quanto matematicamente impeccabile.³³ Sulla scia di quel rapporto, il primo volo su Torino venne realizzato assai presto, l'11 dicembre 1783, con il lancio di una piccola mongolfiera priva di equipaggio, che, prima di scomparire tra le nuvole, restò in aria per quasi sei minuti alla vista del folto pubblico, composto dai membri della corte e dall'ambasciatore francese in Savoia. Autori della prova furono Carlo Antonio Galleani Napione, Giuseppe Amedeo Corte di Bonvicino e Roberto de Lamanon.³⁴

La prima ascensione umana avvenne negli Stati sardi, per la precisione a Chambery, il 6 maggio 1784, promotore il cavaliere di Chevelu e autore Xavier de Maistre, e venne anch'essa debitamente registrata e discussa, a conferma ulteriore di un interesse accademico crescente e istituzionalmente attento alle verifiche fattuali. L'allora ventunenne de Maistre, celebrato scrittore e poeta attivamente impegnato anche nel campo della ricerca scientifica, realizzò l'impresa insieme a un amico, il matematico Louis Brun. La sua intenzione, come fu egli stesso a confessare, era quella di suscitare interesse per la scienza, in particolare per la chimica pneumatica e la fisica sperimentale, attraverso una prova che riuscisse a un tempo spettacolare e stimolante.³⁵

zione, in FERDINANDO ABBRI e MARCO SEGALA (a cura di), *Il ruolo sociale della scienza (1789-1830)*, Firenze, Olschki, 2000, pp. 57-74.

³² JEAN-BAPTISTE BIOT, *Essai sur l'histoire générale des sciences pendant la révolution française*, Paris, Fuchs, 1803; JOSEPH FAYET, *La révolution française et la science (1789-1795)*, Paris, Rivière, 1960; CHARLES C. GILLISPIE, *Science and secret weapons development in Revolutionary France*, «Historical Studies in Physical Sciences», XXIII, 1992, pp. 35-151; RENATO PASTA, *I matematici e la vita politica (1789-1848)*, «Nuncius», I, 1995, pp. 327-329.

³³ JAMES E. MCCLELLAN, *Un manuscrit inédit de Condorcet sur l'utilité des académies*, «Revue d'histoire des sciences», XXIII, 1970, pp. 241-249; Id., *Science Reorganized. The Scientific Societies in the Eighteenth Century*, New York, Columbia University Press, 1984.

³⁴ ROBERT DE LAMANON, *Détail de l'expérience Montgolfier faite pour la première fois a Turin*, Turin, Recyends, 1783; *Primati torinesi*, Torino, per la tipografia Accame, 1803.

³⁵ [XAVIER DE MAISTRE], *Lettre contenant une relation de l'expérience aérostatique de Chambery*, Chambery, Gorrin et Puthod, 1784.

Il marchese di Brezé, al secolo Gioacchino Bonaventura Argentero di Bersezio, colonnello di cavalleria e studioso di storia militare, spirito scientifico apprezzato tanto nei *milieux* della Sampaolina e della Filopatria quanto da Gustavo III di Svezia, lesse ai soci dell'Accademia delle Scienze di Torino, nelle pubbliche adunanze del 4 e 11 gennaio 1784, due interessanti e aggiornate memorie, la prima sopra un «gazomètre» e la seconda su un «eudiomètre». ³⁶ Nell'assemblea del 14 marzo di quello stesso anno comunicò e commentò quindi una terza memoria, dagli alti contenuti scientifici, «sur une machine aérostatique». I tre lavori furono esaminati con cura dal conte Angelo Saluzzo di Monesiglio, aristocratico appassionato di chimica e fondatore insieme a Cigna e Lagrange dell'accademia torinese, e giudicati degni di pubblicazione in un volume a parte, «sous son privilège».

Nacque così un piccolo opuscolo, intitolato *Description de trois machines physico-chimiques*, che i fratelli Reycends stamparono a Torino all'inizio del 1784 nella tipografia di Ignazio Soffietti e che i milanesi «Opuscoli scelti» dei padri Carlo Amoretti e Francesco Soave recarono in italiano quello stesso anno. La costruzione delle *trois machines* a cui fa riferimento il titolo è stata stimolata nel marchese proprio dalle recenti imprese aerostatiche e con esse si intende presentare una sorta di risposta da parte della scienza ufficiale ad una empiria che alla scienza ricorre spesso, se non quasi sempre, a posteriori. La prima memoria esamina uno strumento di misura per determinare il peso specifico delle sostanze aeriformi, mentre la seconda tratta un'apparecchiatura per la produzione di quel «fluide aériforme appelé par M. Priestley *air dephlogistique*, par Monsieur Scheele *air du feu*, et par autres, après eux, *air vital*, *air pur*», ³⁷ e che più tardi avrebbe preso il nome di ossigeno. La terza macchina è invece un apparato per studiare meccanicamente i fenomeni aerostatici in riduzione di scala, attraverso un globo immerso in un fluido aeriforme collocato al di sotto di una campana di vetro. Un sistema che, non a torto, può ricordare allo storico certe prove sperimentali per la creazione artificiale del vuoto in laboratorio, risalenti a circa un secolo prima, quando i fisici inglesi e italiani si trovavano divisi in merito al problema dell'*horror vacui*. Scrive il Brezé che

dans un tems où un si grand nombre de personnes paraît ne s'occuper que de ballons volans, que plusieurs autres étudient sérieusement à trouver les moyens de donner une direction à volonté à ces machines aérostatiques, que d'autres enfin, nouveaux Icares, se préparent aux plus long voyages, et vont se frayer des routes au dessus des nues, me serait-il permis, sans prétendre m'élever si haut, de présenter à mon tour à cette savante Assemblée une machine aérostatique, qui, si elle n'a pas l'éclat, et l'imposante majesté de ces immenses globes qui ont frappé d'étonnement tant de milliers de spectateurs, pourra peut-être avoir quelque mérite par l'application que l'on peut en faire à différentes expériences physiques. Peut-

³⁶ Accademia delle Scienze di Torino, Mss. 478, 482.

³⁷ CARL W. SCHEELE, *Traité chimique de l'air et du feu*, Paris, Couchet, 1781; F. ABBRI, *Carl Wilhelm Scheele e il pensiero chimico nel tardo Settecento*, «Archives Internationales d'Histoire des Sciences», XLIV, 1994, pp. 309-335; M. BERETTA, *The Starry Messenger and the Polar Star. Scientific relations between Italy and Sweden*, Firenze, Giunti, 1995.

être pourrat-elle aussi réveiller des idées plus heureuses dans l'esprit de quelques physiciens plus ingénieux que moi.³⁸

La descrizione in sé scopertamente scientifica dell'evento, al di là degli aspetti più cronachistici o mondani, è caratterizzata da un preciso scandire di misure e osservazioni. Il Brezé scrive da scienziato, nelle sue pagine il fatto tecnico di partenza si trasforma in una ricerca rigorosa di leggi fisiche universali, geometricamente rappresentabili.

Né mancano particolari esaurienti, specialmente laddove l'ufficiale di artiglieria si diffonde a trattare di questioni chimiche, non senza rinviare alla nomenclatura lavoisieriana, nel secondo Settecento la nuova frontiera della scienza moderna, così come i teoremi e la cosmologia dei *Principia* newtoniani lo erano stati nella prima metà del secolo.³⁹ Quanto all'aerostato, del quale sono noti il volume e i piedi complessivi, il colonnello piemontese prosegue osservando che il globo «a été placé, plen de gaz inflammable, sous la cloche».⁴⁰

Nelle pagine del Brezé, volte a una descrizione galileiana e antimetafisica della natura, conseguita attraverso il ricorso al solo *world of numbers*, si realizza così quel singolare e fecondo intreccio tra sapere scientifico, tecnologia chimica e interesse politico che fa grande il Piemonte amedeano, inserendone a pieno titolo i *savants* nella Repubblica delle Lettere.⁴¹

Inscritta a pieno titolo nel solco della migliore tradizione illuministica è in particolare l'intenzione, dall'Autore più volte apertamente manifestata, di volere incrementare lo studio sperimentale dell'aerostatica, prescindendo da tutti quegli aspetti che ancora potevano richiamare tentativi più meramente aprioristici e «romanzeschi», cercando di razionalizzare e matematizzare al massimo le conquiste della nuova scienza. Nello specifico, non stupisce il fatto che, con sempre maggiore serietà e costanza, alcuni accademici torinesi proponessero strumenti fisici per lo studio delle sostanze aeriformi, senza peraltro potere ancora vantare quella che si è vista definire come «l'imponente majesté de ces immenses globes qui ont frappé d'étonnement tant de milliers de spectateurs»,⁴² ma con l'unica pretesa di riuscire a realizzare

³⁸ MARQUIS DE BREZÉ, *Description de trois machines physico-chimiques présentées à l'Académie Royale des Sciences de Turin*, Turin, Reycends, 1784, p. 19.

³⁹ F. ABBRI, *Newtonianesimo e scienza chimica nella Francia del Settecento*, «Lezioni sull'Illuminismo», I, 1980, pp. 116-128; MAURIZIO MAMIANI, *La scienza moderna è solo opinione pubblica? A proposito di Lavoisier, Chambers e della riforma della nomenclatura chimica*, in ALBERTO POSTIGLIOLA (a cura di), *Opinione, lumi e rivoluzione*, Roma, La Goliardica, 1993, pp. 38-42.

⁴⁰ BREZÉ, *Description de trois machines physico-chimiques* cit., p. 22.

⁴¹ GIUSEPPE BONINO, *Biografia medica piemontese*, II, Torino, Stamperia Bianco, 1825, pp. 414-422; GIUSEPPE PEDROCCO, *Scienziati piemontesi nell'evoluzione della chimica settecentesca*, in *Scienze e tecnologie in Europa nell'età moderna*, Bologna, Clueb, 1979, pp. 15-83; F. ABBRI, *La chimica italiana dalle origini ad Avogadro*, in CARLO MACCAGNI e PAOLO FREGUGLIA (a cura di), *La storia delle scienze*, Busto Arsizio, Bramante, 1989, pp. 377-410.

⁴² BREZÉ, *Description de trois machines physico-chimiques* cit., p. 23.

«différentes expériences physiques». La mongolfiera diviene molto presto, per gli scienziati d'oltralpe come per quelli piemontesi, il segno tangibile di una scienza e di una tecnica nuove, capaci di aprire frontiere mai prima esplorate e comunque impensate. Le stesse prospettive di impiegare la nuova macchina per fini militari, sia in Francia sia negli antichi stati italiani, che hanno fatto assurgere il globo aerostatico a uno dei simboli della Rivoluzione, si fanno sempre più fattive e concrete.⁴³

Il pallone frenato diviene assai presto un ottimo osservatorio per studi astronomici e meteorologici, mentre ancora piuttosto complesse risultano essere le operazioni necessarie alle manovre di direzione del mezzo aerostatico. Alla fine di giugno 1789, il conte Lodovico Morozzo, soldato, artigliere e presidente dell'Accademia delle Scienze di Torino, pronunciò uno storico discorso in occasione della solenne pubblica seduta alla presenza del sovrano, rendendo palesi e le modalità della nuova alleanza tra aristocratici illuminati e trono e le affascinanti utopie del tardo Illuminismo europeo, nonché gli echi stessi del progetto tutto francese mirante a risolvere i problemi pratici della società di antico regime attraverso la razionalizzazione del sistema statale e del progresso scientifico.⁴⁴

Morozzo, che per anni aveva viaggiato in Europa ed era in contatto con d'Alembert e Frisi, con Franklin e Priestley, nell'importante orazione accademica alla presenza del re si richiamava agli ormai classici *loci communes* del *Discours préliminaire* all'*Encyclopédie* (1751), persino precorrendo negli accenti e nelle suggestive immagini usate il formulario illuminista del celebre *Esquisse* di Condorcet, il vero manifesto di pensiero dell'Illuminismo scientifico insieme con gli scritti filosofici di Turgot.⁴⁵

Un ottimismo fideistico, per usare le parole di Ferrone, un contagioso entusiasmo sulle sorti di un'umanità ormai pienamente matura e arricchita da straordinari strumenti scientifici innervava, per renderla via via più appassionante, l'esposizione del conte piemontese, che trovava nel richiamo esplicito alle ascensioni aerostatiche il proprio culmine. La conquista dell'aria avvenuta nell'ultimo scorcio di un Settecento al tramonto non faceva altro che rappresentare, agli occhi dell'Autore, la profondità di un progresso ormai irreversibile. Nel discorso Morozzo rammentava che «depuis que la physique s'est si étroitement associée à la chimie, et qu'elles ne forment qu'une seule et même science, les découvertes que l'on a faites et que l'on a fait chaque jour, ne peuvent plus se compter. La science des gas, que Priestley a crée, nous a fait connaître plus particulièrement les propriétés du fluide que nous respirons. C'est d'après la connaissance des propriétés de ces fluides qu'on a entre-

⁴³ VITTORIO MARCHIS, *La scienza aerostatica. Quattro memorie*, Firenze, Giunti, 1998, pp. 12-14.

⁴⁴ V. FERRONE, *Tecnocrati militari e scienziati nel Piemonte dell'antico regime alle origini della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, «Rivista storica italiana», XCVI, 1984, pp. 424-427; Id., *I militari e la scienza*, «Piemonte vivo», XX, 1988, pp. 2-14.

⁴⁵ ANNE-ROBERT TURGOT, *Le ricchezze, il progresso e la storia universale* (1750), a cura di ROBERTO FINZI, Torino, Einaudi, 1978, pp. 29 e segg.

pris de voyager dans les airs, et qu'un homme hardi en franchissant la mer n'a pas subi le sort du fils de Dédale».⁴⁶

Il Morozzo riprendeva consapevolmente quell'impianto di immagini e di suggestioni enciclopediche diffuse nei circuiti della nuova Europa delle accademie, l'imponente realtà di grandi società scientifiche che si erano sviluppate nella seconda metà del Settecento, per proporre a Vittorio Amedeo III una specifica funzione motrice da attribuirsi alla scienza e ai rivoluzionari ritrovati chimici di fine secolo.⁴⁷

L'auspicio, in altre parole, per una crescita a un tempo culturale ed economica, che investisse ogni aspetto della società civile. Con metodo e chiarezza di idee, il conte sabauda indicava al sovrano le strade da percorrersi per lo sviluppo della piccola realtà piemontese, segnalando attentamente i contenuti della rivoluzione industriale inglese e le sue essenziali premesse di natura tecnico-scientifica. Il discorso si spostava pertanto dall'evocazione degli scenari aerostatici all'emblema d'un nuovo mondo, la macchina a vapore messa a punto in Inghilterra da Watt. Una visione estremamente organica e affascinante del progresso umano, alimentato e scandito dai Lumi della scienza e della tecnica, in cui anche la stessa vita civile risultava condizionata dalle nuove regole del calcolo e dell'aritmetica politica.

Con gli anni, tuttavia, si sarebbe parlato sempre più raramente in Piemonte di queste nuove tecniche, anche per cause di natura contingente. La campagna d'Italia e l'occupazione francese misero infatti in crisi il quadro istituzionale in cui erano venuti formandosi gli accademici torinesi, con i loro ideali illuministici e le loro inclinazioni per le applicazioni pratiche del sapere scientifico.⁴⁸

Riassunto – L'aerostatica nacque nella Francia di antico regime, durante l'ultima fase di regno di Luigi XVI, strettamente collegata con gli sviluppi fatti registrare dalle scienze chimiche nell'età del tardo Illuminismo. Lavoisier ed i maggiori scienziati francesi facenti capo al mondo dell'Académie des Sciences parigina manifestarono tutti profondo interesse per le ascensioni in mongolfiera. Oltre che in Francia, i primi voli vennero realizzati non senza suscitare grandi entusiasmi nei territori del Regno di Sardegna, sotto il nuovo re Vittorio Amedeo III.

⁴⁶ CARLO L. MOROZZO, *Discours adressé au roi dans la séance publique du 28 juin 1789*, «Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Turin pour les années 1788-1789», 1798, XXI. Sull'opera del chimico piemontese si veda RAFFAELLA SELIGARDI, *Lavoisier in Italia. La comunità scientifica italiana e la rivoluzione chimica*, Firenze, Olschki, 2002, pp. 112-116.

⁴⁷ MARIE THEBAUD-SORGER, *Les premiers ballons et la conquête du ciel*, «XVIIIe siècle», XXXI, 1999, pp. 159-177; MARIE THEBAUD-SORGER, *L'air chaud et l'hydrogène. Les dessous insoupçonné d'un débat scientifique*, «Cahiers de Sciences et Vie», LXIII, 2001, pp. 26-34.

⁴⁸ V. FERRONE, *La Nuova Atlantide e i Lumi*, Torino, Meynier, 1988.