



Alessandro Volta

**Scritti sull'aria infiammabile  
sull'eudiometro e sopra i fuochi  
di Pietramala e Velleia**



[www.liberliber.it](http://www.liberliber.it)

Questo e-book è stato realizzato anche grazie al sostegno di:



**E-text**

**Web design, Editoria, Multimedia**  
**(pubblica il tuo libro, o crea il tuo sito con E-text!)**  
[www.e-text.it](http://www.e-text.it)

QUESTO E-BOOK:

TITOLO: Scritti sull'aria infiammabile sull'eudiometro e sopra i fuochi di Pietramala e Velleia

AUTORE: Volta, Alessandro

TRADUTTORE:

CURATORE:

NOTE:

CODICE ISBN E-BOOK: n. d.

DIRITTI D'AUTORE: no

LICENZA: questo testo è distribuito con la licenza specificata al seguente indirizzo Internet:  
[www.liberliber.it/online/opere/libri/licenze](http://www.liberliber.it/online/opere/libri/licenze)

COPERTINA: n. d.

TRATTO DA: Scritti sull'aria infiammabile sull'eudiometro e sopra i fuochi di Pietramala e Velleia / Alessandro Volta ; con introduzioni e note di Aldo Mieli. - Roma : Casa Edit. Tip. Leonardo da Vinci, 1928. - 16. p. 123.

CODICE ISBN FONTE: n. d.

1a EDIZIONE ELETTRONICA DEL: 18 ottobre 2021

INDICE DI AFFIDABILITÀ: 1  
0: affidabilità bassa  
1: affidabilità standard  
2: affidabilità buona  
3: affidabilità ottima

SOGGETTO:  
SCI034000 SCIENZA / Storia

DIGITALIZZAZIONE:  
Paolo Alberti, paoloalberti@iol.it

REVISIONE:  
Gabriella Dodero

IMPAGINAZIONE:  
Paolo Alberti, paoloalberti@iol.it

PUBBLICAZIONE:  
Catia Righi, catia\_righi@tin.it

# Liber Liber



Se questo libro ti è piaciuto, aiutaci a realizzarne altri.  
Fai una donazione: [www.liberliber.it/online/aiuta](http://www.liberliber.it/online/aiuta).

Scopri sul sito Internet di Liber Liber ciò che stiamo realizzando: migliaia di ebook gratuiti in edizione integrale, audiolibri, brani musicali con licenza libera, video e tanto altro: [www.liberliber.it](http://www.liberliber.it).

# Indice generale

Liber Liber.....	4
INDICE.....	8
Alessandro Volta.....	10
LETTERE SULL'ARIA INFIAMMABILE NATIVA DELLE PALUDI E SULLA PISTOLA AD ARIA IN- FIAMMABILE.....	13
Lo studio delle arie ai tempi di Volta.....	14
Tabella Cronologica.....	20
LETTERE AL P. CAMPI.....	28
Lettera Prima.....	28
Lettera Seconda.....	32
Lettera Terza.....	40
Lettera Quarta.....	41
Lettera Quinta.....	44
Lettera Sesta.....	46
Lettera Settima.....	46
LETTERE AL MARCHESE CASTELLI.....	47
Lettera Prima.....	47
Lettera Seconda.....	47
Lettera Terza.....	47
SULL'EUDIOMETRO.....	53
Origine e sviluppo dell'eudiometro.....	54
Sopra un nuovo eudiometro. Lettera a G. Priestley.....	57
Descrizione dell'eudiometro ad aria infiammabile.....	76
Parte Prima.....	76

Parte Seconda.....	80
SOPRA I FUOCHI DE' TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI.....	82
La questione dei gas infiammabili che sgorgano naturalmente dalle acque e dal terreno.....	83
Memoria sopra i fuochi de' terreni e delle fontane ardenti in generale e sopra quelli di Pietra Mala in particolare .....	94
Appendice ove parlasi particolarmente dei fuochi ardenti di Velleja.....	112

ALESSANDRO VOLTA

SCRITTI SULL'ARIA INFIAMMABILE  
SULL'EUDIOMETRO E SOPRA I FUOCHI  
DI PIETRAMALA E VELLEIA

CON INTRODUZIONE E NOTE

DI

**ALDO MIELI**

## INDICE

A. MIELI, *Alessandro Volta*

LETTERE SULL'ARIA INFIAMMABILE NATIVA  
DELLE PALUDI E SULLA PISTOLA AD ARIA IN-  
FIAMMABILE

A. MIELI, *Lo studio delle arie ai tempi di Volta*

A. MIELI, *Tabella cronologica dei fatti più importanti  
relativi allo studio delle arie, alla teoria chimica ge-  
nerale, ed agli effetti chimici ottenuti con gli appa-  
recchi inventati da Volta, da van Helmont e Boyle al-  
l'invenzione della pila ed alla scoperta dei metalli al-  
calini*

Lettera prima al padre CAMPI

Lettera seconda al padre CAMPI

Lettera terza al padre CAMPI

Lettera quarta al padre CAMPI

Lettera quinta al padre CAMPI

Lettera sesta al padre CAMPI

Lettera settima al padre CAMPI

Lettera prima al marchese CASTELLI

Lettera seconda al marchese CASTELLI

Lettera terza al marchese CASTELLI

SULL'EUDIOMETRO

A. MIELI, *Origine e sviluppo dell'eudiometro*

Sopra un nuovo eudiometro. Lettera a G. Priestley

Descrizione dell'eudiometro ad aria infiammabile

SOPRA I FUOCHI DEI TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI

A. MIELI,, *La questione dei gas infiammabili che sgorgano naturalmente dalle acque e dal terreno*

Memoria sopra i fuochi de' terreni, e delle fontane ardenti in generale, e sopra quelli di Pietra Mala in particolare

Appendice ove parlasi particolarmente dei fuochi ardenti di Velleja

## ALESSANDRO VOLTA

Alessandro Volta nacque in Como il 18 febbraio 1745. Educato nelle scuole locali, si cominciò ad interessare ben presto di esperienze di fisica, e specialmente di elettricità. La sua memoria *De vi attractiva ignis electrici*, diretta al P. Giov. Batt. Beccaria (1769) e l'invenzione dell'*Elettroforo* (1775) lo misero subito in prima linea fra gli elettrologi del tempo e diffusero la sua fama. Egli divenne così reggente, poi professore di fisica nel Liceo di Como, e finalmente (1778) professore di fisica all'Università di Pavia.

Oltre i lavori che pubblichiamo in questo volumetto, si devono notare quelli che riferiscono l'invenzione del *condensatore* (1780-1782), quelli sulla *meteorologia elettrica*, quelli che considerano le esperienze di Galvani (iniziati nel 1792) e che in un decennio di accurate e geniali esperienze, portano alla scoperta dell'*elettricità di contatto*, allo studio dei *conduttori di prima e di seconda classe*, all'invenzione della *pila* (1799), all'esame degli effetti della *corrente elettrica* da essa generata. Si aggiungano, nell'ultimo decennio del secolo XVIII, gli studi sull'*uniforme dilatazione dall'aria*.

Volta compì varie volte lunghi viaggi all'estero, im-

portanti dal lato scientifico. Si notino quello del 1777 in Svizzera ed in Renania; quello del 1781-1782 a Parigi ed in Inghilterra, nel quale ebbe occasione di fare esperienze insieme a Lavoisier ed a Laplace ed a leggere alla Royal Society la sua memoria sul condensatore; quello del 1784 in Germania; quello trionfale del 1801-1802 a Parigi, nel quale espose all'Istituto (Accademia delle scienze) le sue esperienze relative alla pila, ed ebbe dal Primo Console Bonaparte altissime e meritate onorificenze.

Nel 1804 Volta si ritirò dall'insegnamento, pur figurando ancora nei ruoli dell'Università di Pavia, ed ottenendo alcune cariche, in gran parte onorifiche. Da allora egli trascorse la massima parte della sua vita a Como, pur risiedendo dal 1810 al 1814 molto tempo a Milano, dove era senatore della Repubblica Cisalpina, poi Regno d'Italia, e poi alcuni anni a Pavia, per l'educazione dei figli. Negli ultimi anni decadde fisicamente e mentalmente, in modo che quasi non era più che l'ombra di se stesso.

Morì il 27 marzo 1827 e venne sepolto nel cimitero di Cannago presso Como.

Per una biografia più ampia di Volta ed insieme un rapido esame della sua opera scientifica, si veda

ALDO MIELI, *Alessandro Volta*. Roma, Formaggini, 1927.

Come raccolta delle opere (completa o parziale):

*Collezione dell'Opere del cavaliere conte ALESSANDRO VOLTA patrizio comasco*. 5 vol. Firenze, 1816 (a cura di VINCENZIO ANTINORI).

*Le Opere di ALESSANDRO VOLTA*. Edizione Nazionale. Milano Hoepli, 1918.... Sei volumi in corso di pubblicazione (fino ad oggi pubblicati cinque).

*L'Opera di ALESSANDRO VOLTA*. Milano, Hoepli, 1927 (scelta di scritti).

Come strumento bibliografico di primo ordine:

FELICE SCOLARI, *Alessandro Volta* (Guida bibliografica). Roma, Fondazione Leonardo, 1927.

N.B. Nei passi che abbiamo riportato ci siamo serviti dell'ediz. del 1816.

**LETTERE**  
**SULL'ARIA INFIAMMABILE NATIVA**  
**DELLE PALUDI E SULLA PISTOLA**  
**AD ARIA INFIAMMABILE**

**Sull'aria infiammabile nativa delle paludi.** *Lettere sette al Padre Carlo Giuseppe Campi C. R. S.*

Lettera prima	14 novembre	1776
Lettera seconda	21 novembre	1776
Lettera terza	26 novembre	1776
Lettera quarta	18 dicembre	1776
Lettera quinta	8 gennaio	1777
Lettera sesta	14 gennaio	1777
Lettera settima	15 gennaio	1777

**Sopra alla costruzione d'un moschetto e d'una pistola ad aria infiammabile.** *Lettere tre dirette al Signor Marchese Francesco Castelli.*

Lettera prima	17 aprile	1777
Lettera seconda	8 maggio	1777
Lettera terza	15 maggio	1777

## Lo studio delle arie ai tempi di Volta.

Con l'opera di Robert Boyle (1627-1691) si inizia lo studio sistematico dei gas e nello stesso tempo la chimica assume un carattere più moderno, in quanto l'illustre scienziato inglese, ponendo la nuova definizione di elemento (sono elementi le sostanze ultime nelle quali le altre sostanze possono effettivamente scomporsi) apriva quella via che doveva condurre alla sistematizzazione compiuta da Lavoisier. Nella storia della chimica, perciò, il periodo che va da Boyle, e precisamente dalla pubblicazione del suo *Sceptical Chymist* (1661) fino a Lavoisier ed alla generale accettazione delle sue teorie (fine del sec. XVIII), forma un periodo bene caratterizzato, che può denominarsi periodo pneumatico, appunto perchè intorno alle arie ed al loro studio chimico si aggirano i lavori più importanti.

Boyle stesso stabilì quella legge dei rapporti fra la pressione dei gas ed il loro volume, che è conosciuta sotto il suo nome; ricerche importantissime su diverse specie di arie, furono compiute da John Mayow (1645-1679), che si può dire uno dei più notevoli precursori di Lavoisier, e che solo da una morte precoce fu forse impedito a fare avanzare d'un secolo la cognizione effetti-

va dell'ossigeno e della sua funzione nella combustione, nella respirazione e nella calcinazione dei metalli. Importanti risultati, specialmente dal lato della pratica di laboratorio, conseguirono Robert Hooke (1635-1703) e Stephen Hales (1677-1761). La teoria di G. E. Stahl (1660-1734), infine, introducendo il flogisto, e basando su di questo una dottrina che raggruppava svariati fenomeni (combustione, gas, etc.), pure costruendo un edificio che si doveva mostrare errato, contribuì non poco al progresso della chimica, e ad avviarla verso quell'assetto che le sarà dato da Lavoisier.

Ma gli studi più particolari sui gas, dal lato chimico specialmente, dettero i loro frutti più meravigliosi e decisivi nella seconda metà del sec. XVIII. Mentre dapprima si era creduto, quasi, che le proprietà delle diverse arie dipendessero da qualità accidentali od impurità di un'unica aria, si cominciò allora ad affermare recisamente che esistevano diverse varietà di aria, e che anzi la stessa aria atmosferica era composta (almeno) di due parti, una delle quali alimentava la combustione (e si ritrovava anche nel salnitro), l'altra invece no. Siccome poi, come abbiamo detto, la teoria della combustione era collegata strettamente con quella del flogisto, così nello studio delle qualità di arie il flogisto venne ad avere teoricamente una parte importante. È noto che nella teoria di Stahl la calcinazione dei metalli dipende dal fatto che al metallo stesso viene tolto il flogisto, in modo che esso si riduce alla sua calce. Unendo invece alla calce il flogisto (ciò che poteva avvenire ad es. sotto forma di car-

bone) si riotteneva il metallo. Il carbone poteva quindi essere o contenere flogisto, e, bruciando, poteva anche flogisticare l'aria. Tutte queste esperienze venivano fatte trascurando però in gran parte i rapporti ponderali fra i prodotti di partenza e quelli che si formavano, donde derivarono numerose incongruenze, delle quali si farà forte la nuova teoria antiflogistica.

Nello studio delle arie sono fondamentali i lavori di Joseph Black (1729-1799). Nel 1754 questo celebrato scienziato pubblicò il suo primo lavoro *De Humore acido a cibus orto et Magnesia alba*. Per esprimerci con poche parole, Black mise in chiaro questo: la calce, la magnesia (gli attuali carbonati), che allora erano considerati quasi come elementi, scaldati sufficientemente, perdono un'aria, che egli denomina aria fissa, e lasciano della calce o della magnesia caustica. Quest'aria, che corrisponde al gas sylvestre già annunciato da J. B. van Helmont (1577-1644), ma che poi era stato completamente dimenticato, si sviluppa anche trattando la stessa calce o magnesia con acidi diluiti, oppure dalla combustione del carbone. Trattando poi la potassa o la soda con calce caustica, si ottiene potassa o soda caustica e la calce (carbonato). Tutte queste esperienze di Black sono fatte tenendo strettissimo conto dei rapporti ponderali, e perciò, oltre che per i fenomeni studiati in se stessi, sono della massima importanza per lo sviluppo della chimica.

Gli studi di Black furono perseguiti ed estesi da Henry Cavendish (1731-1810). Egli però li estese anche ad una nuova qualità di aria. Nel 1766 nel suo *Experiments*

on *Fictious Air* egli studia l'azione degli acidi diluiti sul ferro, lo zinco, lo stagno. Egli mostra che allora si forma una nuova qualità di aria che, per le sue proprietà, egli designa come infiammabile; essa corrisponde all'odierno idrogeno. Si credette dapprima da taluni che questo gas potesse corrispondere al flogisto stesso, ma svariate ragioni fecero abbandonare ben presto questa ipotesi.

Altre arie furono isolate e riconosciute in questo torno di tempo da numerosi scienziati, in particolare da Joseph Priestley (1733-1804), K. W. Scheele (1742-1786), Richard Kirwan (1733-1812), ed altri. Quella più importante, in se stessa e per le conseguenze che portò la sua scoperta, si ottenne con lo studio della parte dell'aria atmosferica che è atta a mantenere la combustione e la respirazione, e che come vedemmo si era riconosciuto esistere anche nel salnitro. Essa fu praticamente ottenuta dal Priestley il 1° agosto 1774 e quasi contemporaneamente ed in modo del tutto indipendente da Scheele. Anche Pierre Bayen (1725-1798) deve avere avuto fra mano l'ossigeno, questo era infatti la nuova aria, in quel torno di tempo; ma non fece a tempo a comunicare la sua scoperta perchè prevenuto da Priestley, e, in particolar modo, nelle conseguenze, da Lavoisier (1743-1794).

Priestley, già noto per lavori sull'elettricità, aveva pubblicato nel 1772 un primo lavoro relativo alle arie (al quale fecero seguito altre memorie analoghe). Riscaldando più tardi la calce di mercurio, egli ottenne e studiò, alla data predetta, un'aria, che aveva la proprietà di alimentare in modo straordinario la combustione, e

che si poteva riunire col mercurio metallico per riformare la calce. Diverse considerazioni lo condussero a denominare aria deflogisticata questo gas, che fu riconosciuto formare parte dell'aria atmosferica: esso infatti poteva unirsi ai metalli e togliendo loro il flogisto, ridurli a calce, e questa sua avidità, diciamo così, per il flogisto, poteva appunto farlo supporre privato di questo elemento. L'altra parte dell'aria, l'azoto, nella denominazione moderna, venne in contrapposto designata come aria flogisticata.

Tale era lo stato della chimica delle arie verso il 1775, quando cioè si iniziano i lavori di Volta che qui in parte pubblichiamo. Certo, però, lo stato della chimica allora non era soddisfacente, ed in particolare modo le denominazioni e gli uffici riconosciuti ai vari gas non erano chiari e si avevano nelle teorie e nella pratica potenti contraddizioni. Appunto in quell'epoca (1774) Lavoisier, impadronendosi dei lavori di Priestley e di altri suoi predecessori, riconosceva l'importanza dell'ossigeno, tale nome egli dette all'aria deflogisticata di Priestley, e si apprestava a capovolgere e riformare tutta la dottrina chimica. Ma ancora le esperienze non erano mature, e per confermare la dottrina di Lavoisier occorreva in particolare dimostrare la composizione dell'acqua, ciò che fu potuto solo stabilire da Cavendish nel 1781 (la memoria relativa fu pubblicata solo nel 1784) usando l'eudiometro scoperto da Volta. La cosa venne poi confermata facendo bruciare l'idrogeno nell'ossigeno, e, poi, con esatte misure quantitative, nel 1801, ottenendo la

decomposizione dell'acqua in idrogeno ed ossigeno con la pila, pure scoperta da Volta.

In ogni modo l'interesse per lo studio delle diverse arie era allora grandissimo, e Volta ebbe il merito non solo di identificare una nuova specie di aria, il gas infiammabile nativo delle paludi, l'odierno metano ( $\text{CH}_4$ ), e riconoscerne i caratteri differenziali dall'aria infiammabile di Cavendish, ma anche quello di sviluppare le sue esperienze e le loro conseguenze per la scoperta di molti nuovi fatti della massima importanza, come avremo occasione di notare.

Ricorderemo in particolare i suoi studi sui rapporti quantitativi e volumetrici secondo i quali l'aria infiammabile si unisce con l'aria atmosferica più o meno pura, e che possono con tal modo determinarne la purezza; gli esperimenti sull'effetto della scintilla elettrica nel determinare la combinazione di miscugli determinati di aria infiammabile ed aria atmosferica; l'invenzione, ed il perfezionamento di uno speciale apparecchio, l'eudiometro, per eseguire con la massima precisione misure sulla purezza dell'aria, o, in altri termini, sulla quantità di ossigeno libero che essa contiene; la invenzione di altri apparecchi, come la pistola ad aria infiammabile, che oltre che ad esperimenti di puro diletto, potevano servire ad indagare molti fenomeni naturali, e che suggerirono a Volta, ad es., l'idea di una specie di telegrafia elettrica (lo sparo della pistola a Milano, determinato da un'operatore residente a Como).

## TABELLA CRONOLOGICA

DEI FATTI PIÙ IMPORTANTI RELATIVI ALLO STUDIO DELLE ARIE, ALLA TEORIA CHIMICA GENERALE, ED AGLI EFFETTI CHIMICI OTTENUTI CON GLI APPARECCHI INVENTATI DA VOLTA, DA VAN HELMONT E BOYLE ALL'INVENZIONE DELLA PILA ED ALLA SCOPERTA DEI METALLI ALCALINI.

---

*Crediamo conveniente presentare al lettore la seguente tabella cronologica che può essergli di grande utilità per collocare l'opera di Volta, per quello che riguarda la chimica, nell'ambiente che di poco lo precedette, in quello in cui visse e che seguì di non molto la sua massima scoperta. La tabella così può sostituire numerose ed ingombranti note di carattere storico.*

1648. In quest'anno, quattro anni dopo la morte dell'autore, viene pubblicata l'opera *Ortus medicinae* di J. B. VAN HELMONT. In essa, si trovano interessanti studi sui differenti gaz (il nome è qui per la prima volta introdotto), specialmente sul gaz *sylvester* (acido carbonico). Tali esperienze vengono però presto dimenticate.
1661. Viene pubblicata la prima edizione del *Chymista Scepticus* di BOYLE. Quest'opera può riguardarsi come l'iniziatrice della chimica moderna, ed in particolare del periodo pneumatico, con la lotta

- contro i quattro elementi aristotelici ed i tre principî alchimistici, e l'introduzione del nuovo concetto di elemento.
1674. JOHN MAYOW pubblica i suoi *Tractatus quinque Medico-physici*. In essi lo studio delle arie viene perseguito con grande acutezza, in particolare nel riconoscimento che l'aria comune contiene un determinato *spiritus nitro-aëreus* (che corrisponde all'odierno ossigeno) che è anche un componente del nitro. Un piccolo proseguimento dei suoi lavori (Mayow morì poco dopo in età ancora giovane) avrebbe anticipato di cento anni la scoperta dell'ossigeno, con tutte le sue importanti conseguenze. Mayow indica anche la preparazione del gas ora detto *biossido d'azoto* (NO) e che ottenne per azione dell'acido nitrico sul ferro.
1700. Verso quest'epoca si stabilisce per opera di STAHL la *teoria del flogisto*.
1727. HALES nella sua *Vegetable Statics*, importante sotto molti riguardi per la chimica pneumatica, indica di nuovo la preparazione del *biossido d'azoto*. La tecnica dei gas riceve da Hales un notevole sviluppo.
1754. JOSEPH BLACK pubblica il suo primo lavoro sui carbonati terrosi ed alcalino-terrosi, ed in particolare isola e determina le proprietà dell'*aria fissa* (acido carbonico).
1766. HENRY CAVENDISH prepara e determina le proprietà dell'*aria infiammabile* (idrogeno).

1770. SCHEELE (e più tardi PRIESTLEY) isola e studia vari gas, come l'*idrogeno solforato*, etc.
1771. SCHEELE ottiene l'*acido fluoridrico*.
1772. RUTHERFORD ottiene dall'aria comune l'*aria mefitica* (azoto) eliminando con la combustione o la respirazione, e sotto forma di aria fissa, una parte di aria (ossigeno).
1772. PRIESTLEY pubblica il suo primo lavoro chimico, *On soda water*. In quel tempo, oltre l'anidride carbonica, studia vari gas, come l'*aria nitrosa* (biossido d'azoto), l'*acido marino gassoso* (acido cloridrico), etc. Egli applica l'aria nitrosa per la preparazione di uno strumento atto a determinare la salubrità dell'aria (il suo contenuto in ossigeno). Lo strumento fu perfezionato nel 1774 da FELICE FONTANA e nel 1775 da MARSIGLIO LANDRIANI, che per primo gli dette il nome di *eudiometro*.
1772. LAVOISIER inizia i suoi studi sulle diverse specie di arie e sulla calcinazione dei metalli, presentando una prima memoria all'Accademia delle scienze.
1774. SCHEELE scopre l'*acido muriatico deflogisticato* (cloro).
1774. PRIESTLEY scopre il *gas nitroso deflogisticato* (ossidulo d'azoto,  $N_2O$ ). Egli ottiene anche l'*ammoniaca gassosa*.
- 1774 (febbraio ed aprile) PIERRE BAYEN pubblica dei lavori dai quali si desume chiaramente che egli ha avuto fra mani il gas più tardi detto ossigeno.

- 1774 (1 agosto). PRIESTLEY, seguendo il metodo di Bayen (usando cioè l'ossido di mercurio) isola e studia le proprietà dell'*aria deflogisticata* (ossigeno). L'esame di documenti permette di riconoscere che a quell'epoca SCHEELE aveva già preparato l'ossigeno; egli pubblicò però i suoi risultati molto più tardi.
- 1774 (novembre). LAVOISIER, facendo suoi i risultati ottenuti da Bayen e da Priestley, riprende le indagini sull'ossigeno e le applica allo studio della calcinazione dei metalli.
1775. ALESSANDRO VOLTA inventa l'*elettroforo*.
1775. PRIESTLEY pubblica il suo importantissimo scritto *Experiments and Observations on different Kinds of Air* (datato 1774). Esso è più volte ricordato da Volta nei suoi scritti. A questa prima parte seguirono altre negli anni successivi.
- 1776 (autunno). VOLTA ricava dalla melma dei laghi un'aria speciale che denomina *aria infiammabile nativa delle paludi* (metano). Ne riconosce i caratteri differenziali da quella ottenuta da Cavendish facendo agire gli acidi su vari metalli.
- 1777 (primavera). VOLTA costruisce la sua *pistola ad aria infiammabile*, osservando che determinati miscugli di aria infiammabile e di aria comune esplodono sotto l'influenza della scarica elettrica. Prepara anche una *lampada perpetua*, iniziando così l'illuminazione a gas.
- 1777 (maggio). Esperimenti di LAVOISIER sulla *respira-*

zione degli animali.

- 1777 (estate). VOLTA costruisce il suo *eudiometro*, basato sulla combinazione dell'aria deflogisticata (ossigeno) dell'aria comune con l'aria infiammabile sotto l'azione della scintilla elettrica.
1777. SCHEELE pubblica la sua *Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer*, che riporta le sue più importanti esperienze sulle arie.
- 1777 (settembre). Memoria di LAVOISIER sulla *combustione in generale*. Il chimico francese incomincia a sottoporre ad una critica stringente la teoria del flogisto.
1780. VOLTA osserva a *Pietramala* i terreni e le fontane ardenti, ossia lo sviluppo naturale di grandi quantità di aria infiammabile affine a quella nativa delle paludi e che si sprigionano dal terreno o gorgogliano attraverso l'acqua.
1781. VOLTA osserva lo stesso fenomeno dei fuochi naturali nelle vicinanze dell'antica *Velleia*.
1781. CAVENDISH incomincia le sue esperienze e ricerche sulla *composizione dell'acqua*. Egli dimostra, servendosi dell'eudiometro di Volta, che l'aria infiammabile ottenuta dagli acidi (idrogeno) e l'aria deflogisticata (ossigeno) combinandosi formano l'acqua, e determina le proporzioni esatte secondo le quali questa combinazione avviene.
1782. VOLTA, soggiornando a Parigi nel primo quadrimestre di quest'anno, entra in stretta relazione con Lavoisier con il quale (e con Laplace) compie

- esperienze in comune.
1782. LAVOISIER ripete le esperienze di Cavendish sulla *composizione dell'acqua*, sulla sua analisi e la sua sintesi, e trae da questi fatti il suo più importante argomento a favore della nuova chimica antiflogistica.
1783. CAVENDISH inizia le sue esperienze sulla *composizione dell'aria*, dando i primi risultati soddisfacenti relativi a questo problema. Anche qui egli si serve principalmente dell'eudiometro di Volta. Usò però anche la proprietà del biossido di azoto di ossidarsi rapidamente. Stabilì così che l'aria atmosferica è un miscuglio di 79,16 di azoto e di 20,84 di ossigeno.
1784. Pubblicazione della memoria di CAVENDISH sulla *composizione dell'acqua*.
1785. Pubblicazione della memoria di CAVENDISH sulla composizione dell'*acido nitrico*. Egli riconosce che esso (l'anidride) è composto di azoto ed ossigeno, e ne determina le proporzioni.
1785. CL. L. BERTHOLLET legge la sua importante memoria sull'*acido marino deflogisticato* (cloro). Il fatto che il cloro non è un composto di ossigeno, ma una sostanza elementare, sarà riconosciuto solo molto più tardi (1809-1811) in seguito a lavori di Davy da una parte, di Gay-Lussac e Thénard dall'altra, che condussero ad una interessante e caratteristica discussione scientifica.
1785. Nella memoria *Réflexions sur le phlogistique*

- LAVOISIER riannodandosi alle sue considerazioni primitive ed ai fatti ultimamente scoperti, assume finalmente un'attitudine del tutto ostile alla teoria del flogisto e la batte in breccia senza darle quartiere.
1789. Pubblicazione del *Traité élémentaire de chimie* di LAVOISIER, opera che, con il compimento della sua teoria, può segnare il termine d'un periodo e l'inizio di un nuovo, orientato secondo le recenti vedute.
1790. Pubblicazione dell'estesa memoria di VOLTA sull'*eudiometro*.
1791. Pubblicazione del *De viribus electricitatis musculari commentarius* di LUIGI GALVANI ed inizio della polemica sulla elettricità animale, durante la quale VOLTA mano a mano scopre il fenomeno e le leggi dell'elettricità di contatto, la natura dei conduttori (di prima e seconda classe) ed inventa la pila, scoprendo così la corrente elettrica continua.
1793. VOLTA pubblica la memoria sull'*uniforme dilatazione dell'aria per ogni grado di calore*, che precede di dieci anni un lavoro simile di Gay-Lussac. (La legge relativa si trova spesso erroneamente designata come *Legge di Gay-Lussac*.)
1793. DIEMAN ed altri chimici olandesi studiano accuratamente il *gas esilarante* (protossido d'azoto) e ne riconoscono la composizione.
1795. PRIESTLEY prepara l'*ossido di carbonio*, che viene

- poi accuratamente studiato da CRUISBANK.
1799. Studi di HUMPHRY DAVY sul *gas esilarante*. Egli l'ottenneva con un metodo già seguito da Berthollet (1785) per l'analisi dell'ammoniaca. Studio particolareggiato delle sue proprietà anestetiche.
1799. (novembre o dicembre) VOLTA costruisce la sua *pila* a colonna e quella a corona di tazze. Riconosce anche vari *effetti chimici* della corrente elettrica, come la scomposizione dell'acqua. Su questo argomento, però, non pubblica subito una notizia, facendosi così sorpassare da altri.
1800. (marzo) Con lettera al presidente della Società Reale di Londra VOLTA annuncia l'*invenzione della pila* ed espone gli effetti che con essa si ottengono.
1800. (maggio) CARLISLE e NICHOLSON annunciano di avere potuto *scomporre*, con la corrente elettrica fornita dalla pila di Volta, l'*acqua nei suoi componenti*, ossigeno ed idrogeno. L'analisi e la sintesi dell'acqua si potevano quindi ottenere facilmente, ed in maniera da potere eseguire accurate misure quantitative, con due apparecchi (pila ed eudiometro) inventati da Volta.
1800. (settembre) J. W. RITTER riesce con la corrente generata dalla pila a separare il rame da una soluzione di vetriolo azzurro.
1805. HUMPHRY DAVY mediante una potente batteria di pile ottiene per elettrolisi il *potassio*, il *sodio*, ed altri metalli alcalini ed alcalino-terrosi.

# LETTERE AL P. CAMPI

## LETTERA PRIMA.

CARISSIMO AMICO,

*Como, li 14 novembre 1776.*

Quando mi scriveste primamente della sorgente d'aria infiammabile da voi ritrovata sul principio dell'autunno, e quindi conversammo alcuni giorni insieme, vi ricorderà quanti discorsi, e quante congetture si fecero tra noi sul soggetto sempre più maraviglioso ed interessante delle diverse specie d'aria, e particolarmente su quella scoperta da voi vicino

*Del bel colle,  
Cui bacia il Lambro il piede,  
Ed a cui Colombano in nome diede,  
Ove le viti in lascivetti intrichi,  
Sposate sono in vece d'Olmi a' Fichi,*

*REDI, Ditir.*

e come già ci disponevamo a recarci colà in compagnia

di qualche altro amatore della Storia Naturale per esaminare con agio e attentamente il fondo da cui viene tramandata cotesta aria, l'acqua attraverso alla quale essa gorgoglia, il terreno circostante, e le falde di quegli ubertosi amenissimi poggi. Forse ad oggetto di conferir meco voi vi portaste a Como; io sicuramente per associarmi a cosiffatta spedizione e studiosa ricerca venni con voi a Milano. Quanto me ne sapesse male tosto che intesi svanito il bel progetto, io non vel so esprimere: buon però, che le idee allora concepite delle ricerche da farsi ne' dintorni di quel luogo, mi partorirono, con minor dispendio e facilità poco aspettata, un non inferiore anzi assai miglior successo. Che direte, s'io vi annunzio a prima giunta, che ho ritrovato e raccolto *Aria infiammabile* in altre parti, ove ebbi a portarmi nel corrente autunno, e perfino qui a Casa mia? che, ovunque io mi trovi, mi volga a destra o a sinistra ho ben pochi passi a fare, perchè la terra e l'acqua mi forniscano aria infiammabile bella e preparata, e in quanta copia mi piaccia di volerne? Così è, Amico, lo svolgersi e salir su dal fondo attraverso all'acqua vivi gorgoglj di aria infiammabile, avvegna chè sia un fenomeno estremamente curioso, in quanto ci sembra o raro, o quasi nuovo, e ci apre la via ad altre importanti ricerche, non è, nè debbe più riputarsi cosa propria della sorgente da voi osservata, da poi che io ho raccolto di tale aria in diversissimi siti, da laghi, da stagni, da fonti; ove però non si voglia aver in conto di singolar prerogativa il gorgogliare spontaneamente, e in copia grande, e tratto tratto, come fa l'aria

del vostro fonte, quando negli altri conviene per lo più eccitare il gorgoglio, con ismuovere e rimestare il fondo. Mi richiamo con compiacenza il *Verbano*, che mi offrì prima d'ogni altro lo spettacolo ricercato sì, ma non isperato: quindi il mio *Lario* non ismentì la concepita e fondata aspettazione; alcuni rigagnoli poi, e alcune pozze la superarono di gran lunga.

Ecco come m'avvenne di far la scoperta. Sovvengavi come io proposto vi aveva (se iti fossimo là ove faceste voi il primo ritrovamento) di fare non lungi dalla sorgente alcuni scavamenti, e ricolmatili d'acqua sommuovere con checchessia la terra sottoposta per isprigionarne l'aria, se ve ne avea, la quale venuta a fior d'acqua in forma di gallozzole, avremmo raccolta al modo solito in caraffe immerse colla bocca nell'acqua, per indi esaminare se cotest'aria pure era infiammabile, o di alcun'altra delle tante fatte a nostri dì per la prima volta conosciute; vi soggiunsi eziandio come io andava meditando di usare cotal mezzo di raccogliere aria e spiarla, sopra il letame, ed altre corrotte materie, quando, ripatriato, ne avessi il comodo. Or bene, pieno di queste idee, non prima m'avvenni a guardare un'acqua limacciosa (e ciò fu nel diportarmi in una navicella sul *Lago Maggiore*, e nel costeggiare certi canneti vicini ad *Angiera*, il giorno 3 del corrente) che messomi a frugarvi dentro col bastone, l'aria cui vidi copiosamente portarsi a galla, mi destò la brama di raccoglierne una buona dose in un capace vaso di vetro. Io la avrei creduta, come era cosa ovvia, aria

*putrida*, e *flogisticata*<sup>1</sup> a segno di spegnere totalmente la fiamma di una candela, se l'odore non m'indicava, che potea ben essere aria infiammabile, odore a me tanto noto, e cui per molti esperimenti fatti debbo pur saper distinguere, che francamente predissi alle persone le quali allora eran meco, e ad altre che invitai la mattina seguente, 4 novembre, che quell'aria sarebbe andata in fiamma, spettacolo che s'avverò con loro non poca sorpresa, e mia molta soddisfazione.

Venendo ora alle minute circostanze, quest'aria arde assai lentamente con una bella vampa azzurrina, non altrimenti che quella da voi ritrovata. Perchè si allumi, e ne appaisca in vago modo la fiamma, conviene che la bocca del vaso sia larga anzi che no, perchè se è soverchiamente angusta, al presentarle una candeletta accesa, nascono bensì degli scoppietti e molti e successivi, ma tutti debolissimi, e tali che appena potete discernarli. Io soglio adoperare, per le esperienze piccole, un vasello di vetro cilindrico alto dai tre ai quattro pollici, largo uno in tutta la sua cavità, salvo che nella bocca, la quale ha intorno a un mezzo pollice di diametro. Appressandovi una candela, è pur cosa graziosa il vedere coprirsi la bocca d'una fiammetta azzurra, e questa giù scendere lento lento lunghezzo le pareti del vaso, quasi lambendole, fino al fondo; ma più bello e più curioso riesce lo spettacolo, ove s'immerga nel vasello medesimo, per mezzo di un filo di ferro ripiegato, un mozzo di cande-

---

<sup>1</sup> In tal modo egli designa l'attuale anidride carbonica (aria fissa).

letta accesa; perchè allora la fiamma di color cilestro esce più stesa e con qualche sorta d'empito. Se la candela vien calata profondamente, s'estingue, mentre sulla bocca l'aria arde tuttavia, e va pian piano avanzandosi verso il fondo, e da cui discostando la candela si riaccende al primo toccar la fiamma che avvampa su l'orlo. Ciò non è appunto quello stesso che accade all'olio, allo spirito di vino ec.? Una fiaccola tuffata in uno di cosiffatti fluidi non si spegne, che accostata alla superficie vi appicca fuoco cosicchè allegramente ardano? Qual più bella prova di questa per dimostrare che la stess'aria infiammabile, non altrimenti che qualunque altra sostanza accensibile, non può ardere se non in contatto dell'aria pura atmosferica ? Sono ec.

## LETTERA SECONDA.

*Como, 21 Novembre, 1776.*

.....  
Prima di passare ad alcune altre particolarità che ci offre cotesta nuova aria infiammabile, conviene che vi renda un conto più esatto della scoperta in tutta la sua estensione. Considerando i siti, i quali fornito m'aveano aria infiammabile, cioè le Paludi del Lago Maggiore, il cui fondo altro non era che una terra soffice e leggiera, ossia un pacciume di radici, cannuce, nicchj, erbe in-

fradiciate ec.; e vedendo l'aria sprigionatane infiammabile sì, ma debolissimamente, credetti in prima in prima, che alla produzione di tale aria non si richiedesse meno di un cosifatto ammasso larghissimo e profondissimo di puro fradiciume, ossia di vegetabili scomposti e ridotti in terra. Dirovvi eziandio, che le mie idee si volsero tosto alla *Torba*, attesa la qualità sua di infuocarsi, e di ardere con una fiamma turchina. Pertanto appena appena io avrei sperato di raccogliere aria infiammabile lungo le sponde di questo mio Lago non guari discoste dalla città, ove non avvi alcun canneto, nè fondo d'acqua assai fangoso, ma avviene soltanto di trovarsene taluno coperto di poltiglia, o al più di erbacce verdi: con tutto ciò era cosa assai naturale, che io non lasciassi di fare sopr'essi pure l'esperimento. Prima adunque passeggiando rasente queste rive, e colla canna tentando, e quasi interrogando per ogni dove il fondo dell'acqua, vidi che ovunque esso non era troppo sodo, o puramente ghiaioso e sassoso, montava al pelo dell'acqua ove un maggiore ove un minore numero di gorgoglj d'aria. Giudicandone anticipatamente l'avrei riputata, a dir molto, *flogisticata*, e talora punto o poco diversa dalla comune, quando cioè io la snidava da un letto che sembrava terra pura o sabbia fina. Ma fatto sta, che messa alle prove riuscì in ogni caso infiammabile, tranne un solo, cui la trovai *flogisticata*, perchè spense una candeletta al primo immergervela dentro.

Dopo un cosiffatto non meno avventuroso che inatteso successo, immaginate se io lasciai intatto fonte o fiu-

me, polla o rigagnolo, fosso o pozzanghera in cui m'avvenissi. Sì, per lo spazio di ben molti giorni, altro non ho fatto che andare tastando e rimestando ogni letto d'acqua del contorno, colla tasca piena di guastadette che mi riportava a casa colme di novella aria. A dir corto, non v'ebbe fondo da cui io potessi in qualche modo ottener aria, che questa non sia stata infiammabile, se non che sovente l'ho trovata confusa con qualche porzione d'aria fissa; e niuno niuno ha rifiutato di darmene, salvo che fosse o affatto duro o ghiaioso.

Ho detto d'aver raccolto aria da que' fondi pure che coperti non sono d'alcun fradiciume, ma veggonsi, per così dire, spalmati di una semplice falda di melma o bellotta, che a prima giunta direste terra pura o anzi arena sottile; e di avere non senza meraviglia trovata tal'aria infiammabile al par dell'altra. Non debbo però tralasciare di soggiugnere, che l'aria sbucata di là è di gran lunga meno copiosa di quella che si sviluppa dal letto di certe acque composto di erbe putride ammicchiate e confuse con un loto leggiere e consenziente. Alcuni fossati e certe acque morte, corrotte e puzzolenti brulicano tutte di gallozzole d'aria, solo che dolcemente se ne smuova il fondo; anzi molte di cotali bolle veggonsi comparire quà e là spontaneamente, e non di rado avviene di vederne coperta tutta quant'è la superficie, attesoche portatesi a galla durano ivi assai tempo senza crepare. Egli è adunque non poco verisimile che dai vegetabili macerati e corrotti nell'acqua, e fors'anche dagli animali (perchè nella fanghiglia d'alcuni stagni abbondanti d'aria mi

sono venuti sott'occhio gli avanzi di più insetti) e non dalla pura terra o da altra fossile sostanza, molto meno poi dall'acqua, abbia la sua origine questa nostr'aria infiammabile. Difatti esaminando le cose più attentamente, rinvenni che eziandio in que' letti, i quali sembravano fatti di null'altro che di terra, eppure sprigionavasi da essi o poca o molta aria, vi avea, se non altro, un musco o qual si fosse erba, o muffa verdiccia e mucillaginosa che copriva alcuni sassi: ed ove non incontravasi neppur questa, e la ghiaia e i ciottoli trasparivano mondi e lisci, e l'acqua se ne scorrea limpida, una gallozzola, che è pur poco, non era da sperarsi; anzi non m'avvenne mai di poterne ottenere una nè meno dal fango delle pubbliche vie.

Dopo aver saggiata la terra che dorme, dirò così, sotto l'acqua, mi è tosto corso per la fantasia (come già vi dissi che aveva in animo di fare ne' contorni della sorgente da voi osservata) di esaminare la terra vicina all'acqua, ma non bagnata. Ho scelto pertanto un terreno paludoso, lasciato quasi in secco pel ritiramento del nostro Lago; e mi sono accinto a far le prove in due modi. Il primo fu di scavare a bello studio alcune pozzettine nella mota (altre eran belle e formate dalle orme stampate profondamente) e ricolmatele d'acqua, col frugare alla maniera usata per mezzo del bastone, snidai l'aria, diligentemente la raccolsi, e non mancò alla prova d'infiammarsi. L'altro che mi offrì uno spettacolo più bello e più grazioso, fu di spingere a viva forza il bastone nel terreno ov'era meno sodo e più nericcio, o d'erbe guaste rico-

perto, e trattolo fuori, presentar tosto al pertugio una candeletta accesa. Era pur bello il veder nascere subitamente una fiamma azzurrina, e una parte d'essa lanciarsi in alto, l'altra immergersi e andar radendo il fondo. Scavando poi in fretta molte pozzette contigue, gli occhi non sapean saziarsi in mirare la fiamma scorrere da una all'altra, ed ora a questa, ora a quella appiccar fuoco, ed ora arder tutte e brillare a un tempo e a un tratto, in ispezie se io co' piedi o m'aggravava sul terreno o lo calpestava perchè ne schizzasse più aria.

Che ne dite, Amico? Il fenomeno, che con tanta enfasi ci viene descritto, di qualche terreno sul quale destasi e trascorre lambendolo tutto, una fiamma, al solo gettarvi un solfanello acceso<sup>2</sup>, io posso mostrarvelo ognor che v'aggrada: per ciò nulla più si richiede che foracchiare o solcare la terra. Ho letto di alcun stagno, che offre il medesimo spettacolo d'una fiamma che si spiega su tutta la superficie dell'acqua<sup>3</sup>; ed io ho voluto pure imitarlo. Ho fatto solcare e sommuovere il fondo d'un fosso de' più sordidi e pantanosi, in modo di far nascere un gran numero di gorgoglj; ed ecco al primo appressare all'acqua una candela accesa, destarsi una larga fiamma lambente. La diversità grande sta tutta in ciò, che così in questo

---

2 Qui Volta in nota accenna alla letteratura in proposito ricordando i fuochi di Barigazzo, e la *Fontana ardente del Delfinato*. Tralasciamo la nota e le seguenti.

3 Qui Volta riporta una lettera di Franklin a Priestley su alcuni fenomeni di tal genere, e un cenno di Giov. L. Targioni su un'acqua detta di Bagnolino, vicino a Firenze.

sperimento, come nell'altro fatto sopra la terra, è di mestieri un'azione continuata di smuover il fondo per isnidare l'aria, il che non richiedesi in tutti quel siti di cui si legge la descrizione. Malgrado cosiffatta non leggiera circostanza io non dubito dell'identità del principio in tutti i casi accennati. Così accertar mi potessi dell'identità rispetto ai così detti *Fuochi fatui*. Molte circostanze, a dir vero, potrebbero farmi credere, che altro alla fine non sieno se non se aria infiammabile spremuta dal terreno paludoso, giacchè appunto sogliono intorno alle paludi farsi vedere. Ma se tale è la loro natura, come spiegheremo il loro accendersi, poichè altro mezzo non conosciamo d'allumare l'aria infiammabile, che quello di accostarvi una fiamma?

Giacchè ora si dà un nome ad ogni cosa, e ad ogni apparenza di cosa, e tanti segnatamente se ne sono fabbricati per le diverse specie d'aria, mi sovviene di chiedervi, se potremmo chiamare questa di fresco trovata *Aria infiammabile nativa delle Paludi*. Oltreehè essa ne è infatti originaria, io mi riputerei in diritto di contrassegnarla per tal foggia, attese le rimarchevoli apparenze, per cui si distingue dalle altre arie infiammabili e fattizie e naturali. Se non altro pel colore della fiamma elegantemente azzurro, e per la lentezza con cui s'avanza cheta cheta, lambendo e ondeggiando, differisce considerevolmente da quella che viene generata colle soluzioni metalliche negli acidi<sup>4</sup>, e alcun poco da quella pure

---

4 Cioè dall'idrogeno.

che cavasi dalle sostanze o vegetabili o animali per distillazione. Non ho avuto mai occasione di metter a cimento l'aria infiammabile nativa delle miniere di carbon fossile, o di sal gemma; pure non dubito punto, che eziandio da queste differir possa la nostra<sup>5</sup>.

Già vi ho detto, che essa arde più posatamente delle altre, e che gli ceoppj suoi non sono per conto alcuno da mettersi a petto di quei delle altre; per poco io non vi dissi che appena appena merita d'essere chiamata infiammabile. Senza fallo adunque voi non v'aspetterete mai, e fuor d'ogni dubbio vi sembrerà paradosso, ch'io mi voglia mettere sul mostrarvela di questa virtù a dovizia fornita e straricca sopra tutte le altre. Eppure la cosa sta così e non altrimenti. Sì, Signore, non v'è aria più infiammabile dell'aria nativa delle paludi. Ciò in primo luogo può dedursi dal numero stragrande di piccole scoppiature che se ne ottiene. Ma un altro più certo e decisivo indizio a me pare essere quello di comunicare la virtù d'infiammarsi all'aria comune con cui venga mescolata, nel che la nostra vantaggia di gran lunga le altre arie accendibili. La più forte di queste, ottenuta colla soluzione di limatura di ferro nell'acido vitriolico, giugne a scoppiettare col massimo strepito e romore ove venga frammischiata con un volume d'aria comune doppio del suo<sup>6</sup>; quella delle paludi o cavata comunque da vegeta-

---

5 In generale esso è composto di metano  $\text{CH}_4$  (70% circa) ed alcuni altri idrocarburi fra i primi della serie (etano, propano:  $\text{C}_2\text{H}_4$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8$ ).

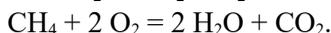
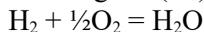
6 Volta nota già le quantità più opportune nelle quali si combinano (con espressione moderna) l'ossigeno e l'idrogeno, o l'ossigeno ed il

bili all'incontro s'infiama e scoppia col massimo vantaggio, se ad una misura di essa aggiungansene le otto, e le dieci di comune; frammischiandone soltanto le cinque o le sei non iscoppia tuttavia col massimo lampo e rimbombo; ma si va balenando con varj successivi e lievi infiamamenti: finalmente mescolando infino a dodici misure d'aria comune con una delle paludi, non ha mancato di andar in fiamma tutta la massa.

Ora s'intende perchè quest'aria arda tanto pigramente ne' vasi, e richieggasi che questi sieno di ampia bocca. No, non è già mancanza d'infiammabilità, vuol anzi dirsi eccesso e dismisura, in quanto che per fiammeggiare vivamente debbe venir dianzi allungata e temperata con di molta aria comune. Che se, qualunque sia la proporzione delle due arie fra di loro mescolate, cioè della comune e della infiamabile nativa, lo scoppio non giugne mai a quel segno cui toccano le altre arie infiamabili fattizie, altro, secondo me, non si dee conchiudere, se non che diversa cosa è l'esser un'aria dotata di molta virtù d'infiamarsi, o l'aver molta forza nel mentre che s'infiama. Io concepisco che tale diversità nascer possa non tanto dalle dose del *flogisto* quanto da' diversi modi in cui esso può *combinarsi* con queste arie, e so-

---

metano. Si nota subito che, a parità di volume, il metano (CH<sub>4</sub>) richiede quattro volte più ossigeno dell'idrogeno (H<sub>2</sub>) per ossidarsi.



e che in un volume d'aria si ha un quinto circa del volume di ossigeno. Si capisce quindi cosa significa, in termini moderni, quello che Volta dice dell'infiammabilità.

prattutto dalla natura della base con cui è accoppiato, dalla maggiore o minore affinità ec.

Non tarderò guari a scrivervi, in continuazione delle due precedenti, una o più altre lettere, nelle quali vi accennerò alcune mie idee sull'infiammabilità delle arie in generale.

Amatemi, ch'io sono ec.

### LETTERA TERZA.

*In questa lettera Volta dopo avere ricordato la scoperta dell'aria deflogisticata (ossigeno) fatta da Priestley, ed accennato al fatto che questa potrebbe formarsi anche durante la reazione degli acidi sui metalli, e così rinforzare la parte infiammabile dell'aria infiammabile che si produce, di fronte a quella nativa delle paludi che non contiene questa aria, passa a lunghe considerazioni sull'infiammabilità dell'aria in genere. Queste, assai complicate, si basano sulla teoria del flogisto e persero ben presto qualunque importanza. Le ipotesi si fondano su una combinazione più o meno intima del flogisto nelle diverse specie di aria.*

## LETTERA QUARTA.

*Dopo avere accennato che nella lettera precedente ha parlato più da amico della teorica che della sperienza e dei fatti «come ragion vuole che lo sia chiunque nello studiare le meravigliose sfere della natura mira a nessun altro fine che a quello di venir a cognizione della verità», dice che ne farà ammenda in questa lettera nella quale viene a «parlare dei fatti, e fatti nuovi, ben più che di congetture». E passa ad esporre le sue esperienze con la scintilla elettrica sui miscugli di vari gas.*

Mi venne talento di pigliar prova, se per mezzo del solo fuoco elettrico succedea di far avvampare l'aria infiammabile. I primi saggi, a dir vero, non riuscirono a così lieto fine, che la speranza da me conceputa ne fosse gran fatto lusingata, ma pur una volta giunsi a dar nel segno. Voi vi darette tosto a credere, che a ciò sarà stato d'uopo d'un'eletricità vigorosissima, quale il più delle volte si richiede, perchè si accendano lo spirito di vino, e gli olj, eh? No, non vi apponete al vero. Non si ricerca altro che una mediocre dose di destrezza, segnatamente per infiammare l'aria delle paludi, sulla quale l'esperimento non viene ad effetto se non se in certe combinazioni. Quanto all'aria tratta dai metalli per via di scioglierli in un liquore acido<sup>7</sup>, s'ottiene l'intento troppo più agevolmente che persona non crederebbe. Io non fo che

---

<sup>7</sup> Cioè l'idrogeno.

presentare la bocca d'una caraffa piena di quest'aria allo *Scudo* alzato d'un *Elettroforo*<sup>8</sup> grande. La scintilla, e talvolta pure il solo fiocco che spunta sul labbro del vaso (il quale avvegnachè di vetro, ciò non ostante per essere o umido o bagnato, attrae bastantemente il fuoco elettrico) mette quell'aria in fiamma, e a più riprese, e con iscoppij alternati, appunto come sarebbe avvenuto, se io v'avessi appressato interrottamente la fiamma d'una candela. Ma perchè adoperando in cosiffatta guisa avviene più volte che non s'appiglj fuoco all'aria, per più sicuramente riuscirvi, ho pensato d'incamiciare internamente la caraffa, la quale vuol esser di bocca anzi ampia che stretta, e di adattarvi un grosso filo di ferro, di cui un capo tocchi il fondo, o l'armatura interiore, e l'altro mediocrementemente ottuso, o terminante in palla stia sotto per poco all'orlo. Disposte per tal modo le cose, se io la presento al conduttore, il fiocco, o la scintilla spicciando con più d'empito e di vigore, falla ben rade volte d'infiammare l'aria. Tal fiata succede, è vero, che uno, due, e ben tre colpi scoccati contro il labbro del vaso, o il filo di ferro ond'è armato, non bastino tuttavia a destare la fiamma, che poi viene fuori, e sì con iscoppio, sol che gli si accosti un dito, per virtù della piccola scarica del vetro elettrizzato, la quale si fa sentire dal dito con una leggiere puntura. Se l'esperimento è difatti, come a me pare che sia, non poco grazioso, è ciò non pertanto vinto d'assai in eleganza dal fenomeno che appare, ove io av-

---

8 L'elettroforo è il noto apparecchio inventato da Volta nel 1775.

vicini al conduttore elettrizzato il beccuccio del sifone innestato nel collo d'una caraffa, in cui bolle furiosamente l'acido vitriolico intriso con limatura di ferro. Le scintille elettriche dardeggiate dal *conduttore*, e talora il solo fiocco, o la stelletta appiccano fuoco all'aria che zampilla dal beccuccio, e la fiamma appresavisi una volta, dura a balenare e consuma il novello pascolo che a mano a mano va incessantemente sgorgando. Se nell'atto che la fiamma più vivamente avvampa, io la soffoco turando col polpastrello d'un dito l'orificio del tubo, e indi a non molto rimuovo il dito, avviene sovente ch'ella di bel nuovo, e come d'improvviso da per se stessa si raccenda, e ciò a varie riprese, secondo che si alterna il chiudere e l'aprire la bocca del tubo. Lo stesso spettacolo puossi, mediante un cotal poco di destrezza, far nascere, e a certi riguardi con più vantaggio, mungendo, per così dire, l'aria infiammabile da una vescica che ne sia piena, e nella cui bocca sia stato inserito un cannello. La facilità con cui s'accende per mezzo della scintilla elettrica l'aria infiammabile dei metalli, mi ha aperto il campo, variando in cento maniere l'esperimento, ad ottenere effetti sempre varj, e talora strani, nè dubbio punto che ottener non se ne possano di assai più curiosi. Ma la mia aria infiammabile delle Paludi essendo assai più restia e pigra ad infiammarsi, come già ho altrove accennato, rade volte m'è venuto fatto di farla avvampare senza ricorrere a certi artifizj, o senza servirmi d'un particolare apparato. Ecco il più semplice, e insieme quello che ben poche volte mi ha mancato. Dal gran

conduttore d'una macchina elettrica comune sporge un filo d'ottone che va a finire in una pallottola; un'altra simile palla annessa pure ad un filo metallico, che comunica col terreno, giace in qualche distanza dalla prima, ma più sotto per la lunghezza di un buon pollice. I due fili sono ripiegati in maniera che le palle possano entrare nella bocca d'una giarra assai alta, e larga due pollici, ma senza toccarne il labbro. Quando la macchina è in azione, e le scintille scoccano da una palla all'altra, conviene presentare la bocca della giarra piena d'aria infiammabile e ricevervi dentro le due palle, così che le scintille striscino, per modo di dire, da un punto del labbro all'altro che gli sta di contro, e giusto ove una delle due palle è alquanto più immersa che l'altra dentro della bocca.

*Volta chiude poi la lettera accennando che l'elettricità atmosferica può essere la causa dell'accensione dei fuochi fatui dei quali prima parlò (Lett. 2<sup>a</sup>). Accenna anche ad altre questioni di elettricità atmosferica.*

## LETTERA QUINTA.

*Dopo alcune considerazioni generali, e dopo avere rivendicato a sè il fatto di avere indicato la più universale fonte dell'aria infiammabile naturale, quella del macerarsi nelle acque e del corrompersi dei vegetali ed*

*animali, Volta passa ad esaminare vari metodi per provocare l'accensione. Accenna poi alla prima idea della pistola:*

L'altra meno importante, ma pur assai curiosa, riguarda la costruzione d'una picciola bombarda od archibuso di nuova foggia, il quale caricato in luogo di polvere, *d'aria infiammabile* mescolata in giusta dose colla *deflogisticata*, potrebbe cacciare una palla con impeto e rimbombo, e accendersi per mezzo d'un acciari-no, proprio come un archibuso comune. Voi ridete eh? Eppure chi sa che al primo abboccarci, io non sia in istato di mostrarvi un tal ingegno? Intanto vi so dire, che qualche scarica impetuosa l'ho già ottenuta senza l'aiuto dell'aria deflogisticata (è ben vero che ho usato la candela, e non il solo acciajuolo). Se il concorso dell'aria deflogisticata non può mancar di accrescere prodigiosamente la forza dello scoppio, e se quanto più l'aria è in istato di scoppiare con impeto e fracasso, tanto anche è più disposta ad infiammarsi (come a me par che sia per le esperienze già fatte) e ubbidisce di leggieri a un fomite minor della fiamma, cioè alla scintilla elettrica, al carbone attizzato, al ferro rovente, e finalmente alle faville della focaja; deggio io disperare di fabbricar un *moschetto a aria infiammabile*, che faccia colpo al solo far iscoccare il cane; o non piuttosto applicarmi ad adattarvelo nel modo più acconcio e comodo, come l'hanno altre arme da fuoco?

*Chiude poi con altre considerazioni sull'infiammabilità.*

## LETTERA SESTA.

*Espone come l'infiammabilità possa aversi solo con l'aria infiammabile. Le altre sostanze dette infiammabili, non fanno che innanzi tutto produrre quest'aria. Si sofferma quindi ad indagare cosa sia quest'aria infiammabile, ed entra in considerazioni improntate alla chimica flogistica dell'epoca, e che per noi hanno ormai perduto gran parte d'interesse.*

## LETTERA SETTIMA.

*Si sofferma principalmente sul colore delle fiamme, e sull'influenza che hanno su di esso la mescolanza con le diverse arie.*

# LETTERE AL MARCHESE CASTELLI

## LETTERA PRIMA.

*Queste tre lettere al Castelli sono un seguito delle lettere precedenti al P. Campi. Nella prima Volta espone il principio della sua pistola e ne descrive la pratica esecuzione. Nota che queste esperienze non sono tanto volute a divertire, quanto a trovare mezzi e metodi per esperienze scientifiche: ad es. sull'inflammabilità delle diverse arie, sulla loro forza d'esplosione, etc.*

## LETTERA SECONDA.

*Espone altre particolarità della pistola, e si sofferma a descrivere lo scoppio per mezzo della scintilla elettrica.*

## LETTERA TERZA.

*Como, 15 Maggio 1777.*

Or veniamo ad esperienze più singolari, altre eseguite già col novello strumento, altre eseguibili. Comincerò da quelle che sono se non altro curiose e sorprendenti; poi d'alcune più istruttive farò parola, dando quà e là qualche tocco sull'utilità che in varj casi ne potrebbe derivare.

Se è curioso il modo di caricare una pistola di vetro col versare e riversare grani di miglio, e di far lo sparo senza miccia, senza polvere, senza acciarino, con alzar semplicemente un piattelletto da tasca<sup>9</sup>, lo è assai più, e lo stupore s'unisce al diletto, vedendo con una sola scintilla elettrica far in un colpo la scarica d'una serie di pistole comunicanti fra loro. Più ancora osservando l'esplosione d'una, due, tre pistole in distanza qualunque, es. gr. standomi io che la eccito al supremo, e la pistola all'imo piano della casa: e ciò per via di due sottili fili metallici condotti come che sia da un sito all'altro, e mercè il toccarne i due capi a me vicini con una boccetta. E chi poi potrà restarsi dal concepire altissima meraviglia vedendomi per tal modo dar fuoco alla pistola anche seppellita profondamente sott'acqua?

Un tal mezzo di far lo sparo da lungi mi mette al coperto d'ogni tristo evento ogni qualvolta mi piace d'ec-

---

<sup>9</sup> Cioè con l'elettroforo.

citare uno scoppio orribile e rovinoso col far l'esplosione di un gran vaso ripieno d'aria tuonante, cioè infiammabile e deflogisticata insieme. La fig. 5. pone sott'occhio la maniera, con cui ne vengo a capo facilmente. Due fili metallici attraversano il forte turacciolo di legno, che con rinforzo di luto, bende ec. chiude insuperabilmente la bocca del vaso. Questi due fili s'avanzano per entro al vaso medesimo, e vengono colle punte presso ad incontrarsi, al di fuori ripiegati a uncino, o in altra forma s'annettono a due lunghi fili similmente metallici (meglio è servirsi di cordicelle tessute di seta insieme a qualche tenuissimo filo d'argento, per essere molto più pieghevoli, e comode da portarsi in tasca aggomitolate), che senza pur essere isolati, cioè strascinando sul pavimento (sol che si badi, che in niun sito vengano per istrada ad incontrarsi e toccarsi, o ad essere attraversati e uniti da un altro conduttore metallico), si conducono ovunque si voglia, di modo che eccitando sopra essi la scarica della boccetta di Leyden, portano la scintilla all'aria tuonante del vaso discosto e ne cagionano l'esplosione.

Non mi arresterò a dire che neppur per questa speienza d'accender da lungi la pistola è necessaria una forte carica della caraffa. Io ho ciò eseguito più volte in presenza di molti, ed anche in presenza sua, ornatissimo Sig. Marchese, colla boccettina (questa ha poco più di due pollici quadrati di superficie armata), la quale serve ad un elettroforo mio portatile picciolissimo. E si richiede soltanto una boccetta di più discreta mole, e carica

per effettuare l'esplosione sia del gran vaso, sia della pistola calati in fondo dell'acqua.

Non mi tratterò neppure a lungo sulla folla d'idee tuttora incomposte, che tali sperimenti con sì buon esito riusciti m'han fatto nascere; giacchè idee somiglianti, o altre più belle eziandio e più grandiose non può a meno che non s'affaccino a chi invaghitosi di questi tentativi, e mente e mano ci ponga per ingrandirli. Ho immaginato che dilettevol cosa sarebbe il metter fuoco così da lontano, per mezzo de' fili di ferro e della boccetta d'aria tuonante, ad una fabbrica di fuochi artificiali. Più dilettevole ancora il far lo sparo a grandissima distanza, dal monte dirò così al piano, di mortaletti carichi non più di polvere, ma della nostr'aria infiammabile. Che dico dilettevole? Sicuro riuscirebbe un tal giuoco; e si eviterebbero quel disastri, e pericoli, che dall'avvicinarsi taluno colla miccia a dar fuoco, od a spiare la polvere neghittosa, nascono pur troppo sovente.

Non parlo ancora di bombe guerriere e di cannoni; perocchè siamo ancora ben lungi dal poter non che insegnare, divisar solamente una costruzione più agevole, una spesa minore, e un mezzo più spedito di caricare, che non è quello ordinario colla polvere: quantunque poi riguardo al modo di far lo sparo, non saria già più tardo di quel della miccia il mio d'accostar lo scudo d'un Elettroforo. Altronde potrebbe aversi il vantaggio, in alcuna circostanza ben importante, di far la scarica un uomo solo a un sol tratto d'una fila di cannoni, nel modo che ho spiegato, e ch'io adopero per far il tiro di

una schiera delle mie pistole. Checchè ne sia, certa cosa è, che la polvere da fuoco ha troppe prerogative per ogni conto sopra l'aria infiammabile, per poter mai sperare di sostituirvi questa con vantaggio. Per altro si dee convenire, che se cotesta polvere maravigliosa non avesse già esistito, potea alla stagion nostra l'aria infiammabile partorire una parte di quella rivoluzione nella Tattica, che al secolo decimoquarto partorì l'invenzione di cui si disputa ancora qual sia stato l'autore, e vuolsi da molti che fosse conosciuta molto tempo prima, e trovarsene la descrizione nelle opere di Frate *Roggiero Bacon*.

Ce ne rimarremmo noi dunque senza frutto ricavare dalle tarde nostre sperienze? Confineremo le belle prove colla nostra aria infiammabile ne' gabinetti, e ne' circoli di divertimento? Ne fia possibile di trovar mezzi onde applicarla ad un uso della vita? Perchè nò? Eh, lasciam pure il pensiero di moltiplicare o facilitare gl'istrumenti funesti di nostra distruzione: lasciam che prevalga in tal pregio la polvere guerriera.

Ma che? Queste forze distruggitrici della polvere ha pur saputo l'uomo industrioso rivolgere a vantaggio suo coll'ingegno delle mine. Or se l'aria infiammabile potesse esser da tanto di supplire alla polvere per simil uopo, non dovrebbe più aversi in conto d'inutile. Molto meno inutile potrebbe dirsi quando facendo intervenire l'aria infiammabile e la deflogisticata non già sole, ma in compagnia e di concerto colla polvere all'opera delle mine, si giungesse con ciò a procurare o la maggior forza d'esplosione, o un più sicuro riparo ai pericoli che

sovraſtan non di rado ai minatori.....

*Queſti eſperimenti e penſieri di Volta, hanno importanza per la trasmissione in lontananza di effetti che vogliamo ottenere con la ſcintilla (corrente) elettrica. Non a torto ſi vuole con eſſe vedere l'inizio della telegrafia elettrica.<sup>10</sup>*

*Volta proſegue poi a deſcrivere altre numerose eſperienze. Cito la ſcarica della pistola per mezzo dell'elettricità atmosferica; l'eſame dei prodotti dell'aria infiammabile dopo l'eſplorazione (perde il ſuo abito aereo, ſpariſce); l'eſplorazione in un recipiente tenuto capovolto ſott'acqua ed il ſucceſſivo ſalire di queſta nel recipiente, etc. etc. Egli accenna anche ad una Lampada ad aria infiammabile, lampada che, poſſiamo dire, prelude l'illuminazione a gas.*

---

10 In modo più chiaro egli eſprime lo ſteſſo concetto in una lettera ſcritta al Barletti nello ſteſſo torno di tempo: «Quante belle idee mi van ribollendo in teſta, eſeguibili con queſto ſtratagemma di mandar la ſcintilla elettrica a far lo ſparo della mia pistola a qualunque diſtanza. Sentite. Io non ſo a quante miglia un fil di ferro tirato ſul ſuolo, che ſi ripiegaffe indietro, o incontraffe un canale d'acqua di ritorno, condurrebbe la ſcintilla commovente. Preveggo che la terra bagnata devierebbe il corso del fuoco elettrico; ma ſe il filo foſſe ſoſtenuto da pali, per eſ. da Como a Milano, e veniſſe indietro al mio lago di Como pel Naviglio, non credo impoſſibile di far lo ſparo della pistola a Milano con una boccia di Leida ſcaricata a Como».

## SULL'EUDIOMETRO

**Sopra un nuovo eudiometro.** *Lettera al Signor Dottor Giuseppe Priestley del 9 settembre 1777.*

### **Descrizione dell'eudiometro ad aria infiammabile.**

Il qual serve in oltre di Apparato universale per l'accensione al chiuso delle arie infiammabili di ogni sorta mescolate in diverse porzioni con aria respirabile più o meno pura; e per l'analisi di quelle, e di questa.

### MEMORIA DIVISA IN DUE PARTI

*(Pubblicata la prima volta nel Vol. I degli "Annali di Chimica" del Brugnatelli, 1790).*

## Origine e sviluppo dell'eudiometro.

Quando Priestley preparò e studiò l'aria nitrosa, egli osservò subito che essa in presenza all'aria comune si trasformava in vapori rossastri, soffocanti, corrosivi, di odore caratteristico. (Si formano ossidi superiori dell'azoto). Questa reazione era già conosciuta. Ma Priestley osservò che in essa veniva consumata una parte dell'aria comune, e che i prodotti ottenuti potevano agevolmente e rapidamente asportarsi facendoli sciogliere nell'acqua. La parte consumata dell'aria era quella che alimentava la combustione, era, cioè, quell'aria deflogisticata (ossigeno) che fu scoperta poco dopo. Priestley, dunque, già nel 1772 pensò di utilizzare questa reazione per misurare la bontà dell'aria; oggi diremmo il suo contenuto in ossigeno. È evidente che mescolando in un recipiente chiuso (con chiusura idraulica, o anche con chiusura idrargirica) un determinato volume di aria comune con una quantità sufficiente di aria nitrosa, ed asportando con l'acqua i vapori rossastri, la diminuzione di volume dell'aria primitiva darà la quantità di aria deflogisticata che era contenuta nell'aria esaminata, e quindi, direttamente, la sua bontà.

Dato l'interesse che allora si rivolgeva allo studio del-

le arie in generale, ed all'esame della bontà dell'aria atmosferica, l'apparecchio immaginato da Priestley fu accolto con grande favore e molti scienziati non solo ne fecero uso, ma cercarono di migliorarlo e perfezionarlo. Così Felice Fontana, già nel 1774 aveva proposto otto nuovi modelli dell'apparecchio. Molti sforzi venivano fatti procurando di rendere sempre più agevole il miscuglio delle due arie, di eliminare le cause di errore e di rendere possibile, in un tubo graduato, la lettura diretta della diminuzione di volume subita dall'aria atmosferica.

Nel 1775 un nuovo perfezionamento venne introdotto da Marsiglio Landriani. Questi non solo dette per primo all'apparecchio il nome di eudiometro, ma fece interessanti esperienze geofisiche, osservando che sul Monte Pisano l'aria diveniva sempre più pura, mano a mano che saliva verso l'alto, mentre l'inverso avveniva ascendendo il Vesuvio.

Altri miglioramenti subì l'apparecchio per opera del noto scienziato Ingenhouss (1776), del portoghese Magellano (1777) di Tiberio Cavallo. Anche De Saussure nei suoi viaggi scientifici sulle Alpi, si serviva di uno speciale eudiometro ad aria nitrosa.

Ma gli eudiometri di tale specie offrivano particolari inconvenienti, sia nella preparazione e conservazione dell'aria nitrosa, sia nello svolgimento dell'operazione.

Volta non appena fatta l'osservazione della facile accensione di un miscuglio di aria comune e di aria infiammabile per mezzo della scintilla elettrica, avendo osservato che in tal modo, con convenienti miscugli, in-

sieme all'aria infiammabile spariva una determinata parte di aria atmosferica, fu condotto a risolvere il problema per tutt'altra via, e riuscì così a costruire uno strumento perfettissimo che ebbe la massima importanza anche per la scienza pura. In particolare esso permise quella sintesi, fatta con metodi rigorosamente quantitativi, dell'acqua, compiuta poco dopo da Cavendish con l'apparecchio voltiano, sintesi che divenne l'argomento più forte e decisivo per l'accettazione della nuova teoria chimica di Lavoisier.

Ma sulla scoperta dell'eudiometro voltiano e sulla sua costruzione, rimandiamo alle parole stesse di Volta che sono un mirabile modello di ricerca e di chiara esposizione scientifica.

## SOPRA UN NUOVO EUDIOMETRO. LETTERA A G. PRIESTLEY

*Como, 2 Settembre 1777.*

SIGNORE.

Ho finalmente ricevuto il terzo volume sopra le diverse sorte d'aria. Non molto dianzi mi era pervenuta una vostra Lettera. E l'uno e l'altra mi hanno colmato di gioia. Vi debbo mille ringraziamenti per l'onore che vi siete degnato di fare al mio none, e alle mie tenui produzioni.

Voi desiderate, o Signore, che io prosiegua a parteciparvi le mie ricerche, e le mie scoperte sopra il soggetto intorno a cui mi vò esercitando da parecchi mesi in quà? Ecco un nuovo opuscolo, o a meglio dire, una continuazione delle *Lettere sopra l'Aria infiammabile*. Siccome, dopo ch'esse hanno veduto la luce, ho portato l'affare più in là; mi lusingo che me ne saprete buon grado se io vi comunicherò il successo delle ultime mie sperienze con questo lungo scritto, a cui troverete annesso un libricciuolo stampato.

Dalla maniera, con cui ho riferito nelle mie prime Lettere il successo di accender l'aria infiammabile con

una semplice scintilla elettrica, voi avrete benissimo compreso, che io allora ignorava affatto, che altri ne fosse già venuto a capo<sup>11</sup>: e vedrete nella nota alla pag. 144 di questo libricciuolo, che io non pretendendo più a una tale scoperta in generale, giudico però che ciò che vi ho di mio, sia l'averla stesa assai, d'averne reso le sperienze infinitamente più facili, e più varie, e soprattutto d'aver fatto sì che s'accenda l'aria in un vaso chiuso, per mezzo di una picciolissima, e debolissima scintilla elettrica, segno, a cui io non sò se peranco sia giunto altri prima di me. Pure chi sà che io non sia stato anche in ciò prevenuto? Ove ciò fosse, a me non rincrescerebbe punto l'intenderlo, come non mi rincrescerebbe il dirmi-si che per fino le sperienze della *Pistola* non sono nuove. Resterei solamente sorpreso di non averne mai trovato cenno in verun luogo, segnatamente delle vostre opere che comprendono un sì gran numero d'esperienze

---

11 La fama delle interessanti scoperte di Volta sull'accensione dei miscugli di aria comune e di aria infiammabile con la scintilla elettrica, e le sue applicazioni alla pistola ad aria infiammabile, avevano fatto sorgere, come sempre avviene per le scoperte sensazionali, una serie di pretendenti a scopritori od inventori delle predette cose. Ma mentre è indubbia l'assoluta indipendenza di Volta nel fare le sue scoperte, è anche ben certa la sua priorità effettiva ed il fatto di avere portato egli solo a vera compiutezza le sue ricerche. Questa avidità dei piccoli uomini che volevano abbellirsi cogli ornamenti del grande, non potevano, però, non suscitare in Volta un certo senso di amarezza o meglio di disgusto, che si rivela qui al principio della lettera a Priestley. Ma l'ingegno superiore non può soffermarsi a tali piccolezze, e Volta prosegue serenamente nelle sue ricerche, non avido di gloriuzza qua e là rubacchiata, ma tutto compreso di profondo amore per la scienza immortale.

curiose, oltre il numero più grande delle istruttive. Sì, lo ripeto, ne rimarrei sorpreso, ma non disgustato: e in tal caso sarei pienamente contento d'una persuasione generale che le mie sperienze per me sono state originali, e che io non ho dissimulato nulla: il mio amor proprio avrebbe tuttavia di che compiacersi, cioè d'essere io stato il primo a far conoscere fra noi uno strumento curioso non meno che ingegnoso, se non inventato, almeno ridotto da me a perfezione con una larga e penosa serie di tentativi ragionati, d'averlo veduto applaudito da tutti, e di osservarlo al dì d'oggi sparso per tutta l'Italia, e fra le mani non meno del basso popolo, che fra quelle de' più serj Letterati.

Vi confesso, o Signore, che in generale si fa forse troppo più caso di questa macchina, ch'essa non merita, mentre se ne fa pochissimo di ciò che può guidare conseguenze assai importanti ed istruttive. La ragione è che si considerano l'esperienze troppo superficialmente, e la maggior parte s'appaga, e si compiace di pompa e di fracasso. È cosa assai umiliante, ma purtroppo certa, che anche fra i sedicenti Fisici, vi sono dei veri fanciulli! Havvi chi delle sperienze di Fisica ne fa un mestiero, per non dire una ciarlataneria. Io talora arrossisco in luogo di compiacermi, quando penso che colla mia Pistola, e colla maniera singolare di caricarla fornisco materia ai loro giuochi da saltimbanco. Mi consolo però che vi sono de' veri Fisici, delle persone simili a voi, le quali, per quanto curiose sieno le sperienze da me descritte, e per quanto grande sia il piacere di verificarle

(atteso che sono non meno facili che piacevoli, e curiose) vorranno badare assai più alle conseguenze che si offrono tosto e da se stesse, e sulle cui tracce io ho camminato, fermandomi ove ho veduto che decidevano in favore delle mie idee, e delle mie ipotesi intorno alla costituzione dell'aria infiammabile, ed ai fenomeni dell'infiammabilità di tutti i corpi, come effetto unicamente dell'aria infiammabile. A me certo pare cosa dimostrata evidentemente che l'infiammabilità appartenga all'aria che porta tal nome per antonomasia.

Sono senza numero le conseguenze e le riflessioni che nascono dalla scomposizione cui soffre l'aria infiammabile nell'ardere in contatto dell'aria atmosferica, la quale resta perciò flogisticata<sup>12</sup>, e per conseguenza diminuita assai sensibilmente. Sò benissimo che ciò non vi riuscirà affatto nuovo (come è riuscito a me) dopo l'esperienza che vi è stata comunicata da uno de' vostri dotti corrispondenti, e che mi è saltata agli occhi scorrendo il num. 1. della vostra Appendice. Voi giudicherete dell'estensione e dell'esattezza delle mie sperienze messe a confronto con quelle di M.r Warltire, dopo che

---

12 La terminologia del sistema flogistico, dinanzi ai nuovi fatti e le nuove scoperte era insufficiente e confusa. Le stesse cose venivano allora espresse dai chimici in maniera differente. Qui l'aria flogisticata sarebbe l'odierno azoto, ed il periodo si deve intendere nel senso che l'aria che rimane è azoto. Solo però la conoscenza della composizione dell'acqua (composto chimico di ossigeno ed idrogeno) e quella dell'aria atmosferica (miscuglio di azoto e di ossigeno) acquisita alla scienza qualche anno più tardi da Cavendish, permetterà di spiegare con chiarezza le reazioni che avvengono.

ne avrete inteso il dettaglio che sono per farvene. Per altro vi assicuro che io aveva ideato un'esperienza molto simile a quella di M.r Warltire, in occasione di rispondere ad un mio competitore, il quale credendo di atterrar-mi, perchè io aveva preteso di provare che la fiamma delle legna, delle candele ec. non è niente altro salvo che aria infiammabile, la quale esce da que' corpi, m'aveva fatto l'obbiezione, di cui parlo nella nota alla pag. 169 e su cui egli contava moltissimo. Io gli ho proposto dunque di mettere una caraffa d'aria infiammabile sotto ad un recipiente, e di lasciarvela ardere a poco a poco; e gli pronosticai il successo che ne ha avuto M.r Warltire, successo favorevole alla mia opinione. Ma al tempo stesso essendomi suggerito un mezzo assai più facile, e più sicuro di giugnere allo stesso fine, abbandonai la prima sperienza troppo più complicata e meno precisa, e mi appigliai a questo nuovo spediente. Voi indovinerete tosto, o Signore, che l'espedito è stato l'appiccare fuoco a una mescolanza d'aria infiammabile e comune, mescolanza, variata con diverse proporzioni, e contenuta in un tubo o vasello chiuso accesa per mezzo d'una scintilluzza elettrica, e di misurar quindi esattamente la diminuzione che ne nascea.

Per rendervi ragione delle mie sperienze in questo genere, incomincio a mettervi sott'occhio un abbozzo grossolano dell'apparecchio più semplice, di cui ho fatto uso. Non ve ne farò una descrizione minuta, posciachè a voi dee bastare un occhiata di fuga: nè indicherò alcune parti colle lettere dell'alfabeto.

A B Tav. I fig. 6<sup>13</sup> è un recipiente cilindrico di cristallo, del diametro d'intorno a un pollice, e lungo 14 o 15. *d d* sono due palle annesse a due fili d'ottone che attraversano il turacciolo di sughero, il quale spalmato di mastice chiude esattamente l'apertura superiore del recipiente. S'empie d'acqua il recipiente, si capovolge, e se ne attuffa la bocca in un vaso pien d'acqua C, si introducono per l'apertura E fatta ad imbuto quelle misure che si vogliono d'aria infiammabile, e comune. Ciò fatto, e tenendo con una mano uno de' fili metallici *d*, si fa scoccare, in quel modo che più torna comodo, una scintilla elettrica contro la palla dell'altro filo. Questa scintilla scoppiando in *c*, cioè nel picciolo spazio d'interrompimento fra i due fili, dentro al recipiente, dà fuoco all'aria contenutavi, la quale si dilata tosto, e fa nascere una scossa nell'acqua, finito la quale scossa, l'acqua rimonta, e accenna la diminuzione seguita nel volume dell'aria. Volete sapere più esattamente quanto sia il volume d'aria che è scomparso? Abbiate un tubo *ef* assai più stretto e più lungo del recipiente, graduato con misure corrispondenti: empitelo d'acqua, e introducetene la parte aperta e guernita esteriormente di pelle, nella bocca del recipiente, così che si adatti esattamente in E. Ciò fatto altro più non resta, se non se rivoltare in alto il tubo; perchè ciascuna misura d'aria occupando un spazio più lungo, riuscirà cosa agevolissima il misurarne le

---

13 Questa tavola è stata riportata, impiccolita, a pag. 61 [pag. 64 per questa edizione digitale *Manuzio*].

parti più picciole.

Questo apparato, come vedete, è semplicissimo; e ciò non ostante fornisce i mezzi di fare un numero grandissimo d'esperienze. Serve egualmente bene per le prove della diminuzione coll'aria nitrosa, che per quelle dell'aria infiammabile. Ne ho ideato alcuni altri, i quali sebbene un po' più composti, sono però assai eleganti e comodi, e per certi rispetti eziandio più esatti; ma prima di passare a parlarne, voglio comunicarvi, se non tutto il dettaglio delle mie sperienze, almeno i risultati più principali. Eccoli.

1° L'aria infiammabile pura e sola non vuol accendersi. La scintilla elettrica veste in essa un color di porpora; siccome voi avete già osservato.

2° Non si richiede però una grande quantità d'aria comune mescolata coll'infiammabile, perchè possa ardere: un volume minore della metà basta.

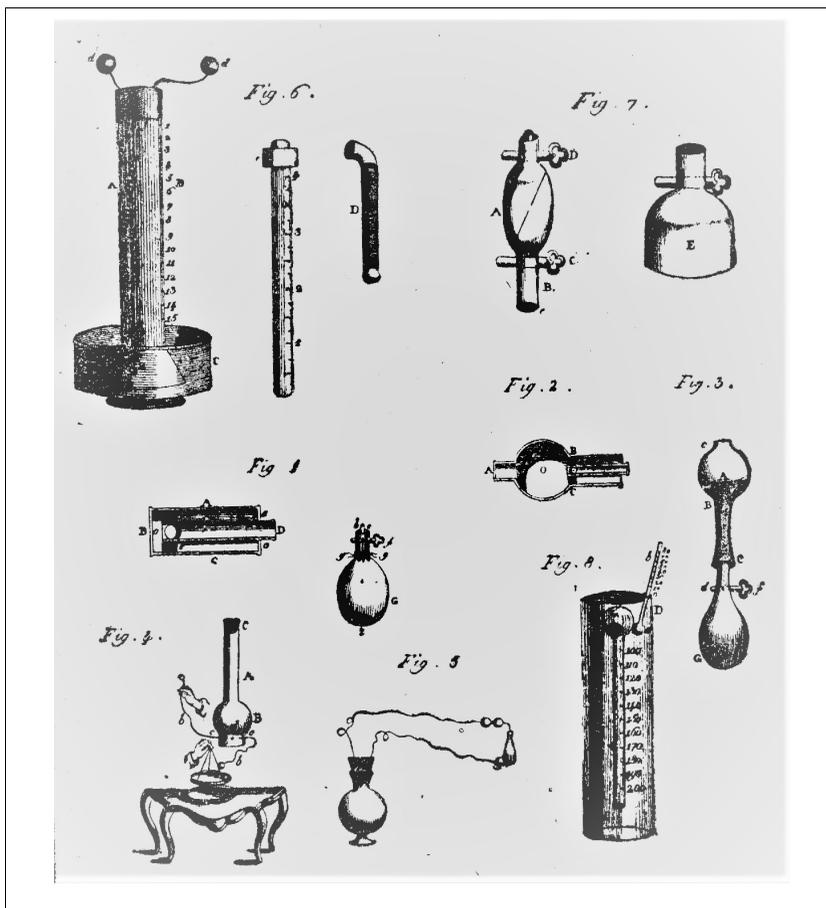
3° Ciò non ostante l'aria infiammabile s'accende, quantunque venga allungata con un volume d'aria comune assai volte maggiore.

4° Ma l'uno e l'altro eccesso, cioè la sovrabbondanza d'aria infiammabile, e la sovrabbondanza d'aria comune rendono lo scoppio molto più debole.

5° Quando l'aria infiammabile è soverchia, non ne arde che una parte; il residuo può di nuovo prender fiamma, coll'aggiugnervisi altr'aria comune.

6° Quando la dose d'aria comune è eccessiva, si pos-

sono ottenere molti infiamamenti successivi, introducendo successivamente nuova aria infiammabile.



7° V'è una proporzione e una dose delle due arie, per mezzo di cui s'ottiene lo scoppio più violento, e non se ne ottiene che uno.

8° Dopo ciascuno infiamamento siegue una diminu-

zione più o meno grande, ma sempre assai considerevole del volume d'aria rinchiuso.

9° Il volume d'aria diminuito (purchè l'aria infiammabile non ecceda d'assai la giusta misura) è più grande del volume dell'aria infiammabile: cioè, oltre all'aria infiammabile che si scompone e svanisce interamente, l'aria comune eziandio soffre per la sua parte una vera diminuzione.

10° Il residuo di quest'aria si trova sempre or più, or meno flogisticato.

11° Si trova meno flogisticato a misura che l'aria comune mescolata coll'infiammabile, era sovrabbondante.

12° Avvi una giusta proporzione delle due arie, la quale lascia dopo l'infiammamento il residuo flogisticato fino alla saturazione. La proporzione è a un di presso quella stessa che produce lo scoppio più violento (n. 7.), e quella pure, da cui nasce la massima diminuzione nel volume totale.

13° Se l'aria infiammabile eccede d'assai la giusta misura, la diminuzione nel volume totale delle due arie non agguaglia il volume dell'aria infiammabile, perchè una parte di questa non si scompone (n. 5). In cosiffatto caso il residuo è una mescolanza d'aria infiammabile, e d'aria flogisticata fino a saturazione<sup>14</sup>.

---

14 Richiamiamo l'attenzione del lettore su questi 13 fatti stabiliti dal Volta, e che compendiano non solo la teoria dei fenomeni che avvengono nell'eudiometro, ma aprono completamente le vie alla determinazione della composizione dell'aria atmosferica e spianano quelle per arri-

Ora per determinar con alquanto più di precisione i limiti delle mescolanza di queste due arie, dentro i quali succede l'infiammamento; ecco ciò che io ho potuto fissare. La minima dose d'aria comune, con cui io ottengo che l'aria infiammabile arda nel recipiente è di  $2\frac{1}{4}$ ; la massima, di 53 e anche 54, con 4 d'aria infiammabile. Che campo vasto, che scala prodigiosamente lunga! Ma se l'infiammamento in quest'ultimo caso è debolissimo, se a mano a mano, che ci accostiamo al mezzo diventa più vigoroso; quale sarà il punto della massima forza? Non sembra egli che dovrebbe essere a capello il giusto mezzo di questi estremi tanto fra di lor lontani? Se ciò fosse, si richiederebbero 28 parti all'incirca d'aria comune per 4 d'aria infiammabile. Ma la cosa sta altrimenti, perchè se ne richieggono appunto undici, numero che ha la medesima ragione co' due estremi. Ecco in una piccola tavola le proporzioni calcolate, alle quali l'esperienza risponde assai da vicino<sup>15</sup>.

vare alla conoscenza della composizione chimica dell'acqua.

15 La tabella è riportata quale si trova nell'originale. La disposizione però non è troppo chiara, ma il senso è facilmente comprensibile. Meglio essa si sarebbe potuta disporre nel modo seguente:

Per una dose di aria infiammabile di quattro volumi

mischiata con vol.	$2\frac{1}{4}$	11	$53\frac{7}{9}$	di aria comune
si ha un in- fiammamento	piccolissimo	grandissimo	piccolissimo	quindi la dose
di questa è	troppo piccola	giusta	troppo grande	

	4	Infiammamento – per una dose	} d'aria com.
Ar.infiam. misch. con	2¼	picciolissimo – – troppo picc. <sup>a</sup>	
aria com.	11	grandissimo – – – – giusta – –	
	53 <sup>7</sup> / <sub>9</sub>	picciolissimo – – troppo grande	

È cosa facile il comprendere che se non dopo un numero incredibile di sperienze, io debbo esser giunto ai risultati esposti. Ma con tutto ciò posso assicurarmi che tali risultati siano costanti e invariabili? Sì, posso assicurare che gli ho trovati tali, e che chi vorrà replicare le sperienze troverà ciò che ho trovato io con pochissima diversità. Notate questa modificazione, e assai più badate a quest'altra condizione: *quando le circostanze essenziali siano le medesime*, vale a dire, la forza della scintilla elettrica, la qualità dell'aria infiammabile, e finalmente la bontà dell'aria comune. Tre punti, all'influenza particolare de' quali nelle sperienze di questo genere, convien aver non poco riguardo<sup>16</sup>.

---

Dai dati di Volta si ricava che il miscuglio ottimo si ha quando a quattro volumi di idrogeno corrispondono 11 di aria, ossia presso a poco 2½ di ossigeno, ciò che considerate le possibilità pratiche di allora dà un risultato pienamente soddisfacente per i rapporti reali, ed indirettamente per la composizione dell'acqua.

16 Si noti l'accuratezza di Volta nell'esaminare le cause che possono portare a variazioni nei risultati, e come eliminate come trascurabili le prime due, violenza della scintilla elettrica e qualità dell'aria infiammabile, resti la terza: bontà dell'aria comune. La reazione e l'apparecchio possono quindi misurare con la voluta esattezza la bontà dell'aria

Incominciando dalla scintilla elettrica. Siccome questa è l'agente che mette l'aria in fiamma, non dee recar meraviglia, che una scintilla più efficace ecciti fuoco nell'aria infiammabile mista colla comune, che non si sarebbe destato per una scintilla più debole; è bensì una cosa maravigliosa, che la differenza tra una scintilla fortissima e una debolissima non sia assai grande rispetto al produrre l'infiammamento; anzi fra una debole, una mediocre, e una forte non passi sovente differenza notevole a questo riguardo. La mescolanza di 4 parti d'aria infiammabile con  $2\frac{1}{4}$  d'aria comune s'accende per una scintilla mediocrissima, cioè scoccata da un elettroforo da tasca. La scintilla vigorosissima d'un elettroforo di due piedi potrà accendere la mistura, quand'anche vi sarà un po' meno d'aria comune; ma non già se ve ne sarà molto meno. Questa grande scintilla non produrrà effetto alcuno, se la mescolanza sarà di due parti d'aria comune e 4 d'infiammabile. Tutta la differenza si riduce adunque alle 2, e  $2\frac{1}{4}$  misure d'aria comune. Finalmente se non per mezzo della gagliarda scarica d'una giara, io sono venuto a segno di accendere una mescolanza, in cui l'aria infiammabile era doppia della comune. Or dunque colle scintille cavate dal conduttore d'una macchina ordinaria, o dallo scudo d'un elettroforo di mezzana grandezza, più o meno forti che siano dentro a certi limiti, non v'è differenza assai notevole; ed io non ho potuto trovare ch'essa monti più che ad una o due bolle

---

comune.

di più o di meno d'aria comune.

Passando all'aria infiammabile, si osservi che ne' risultati da me addotti, si tratta d'aria cavata al modo solito dalle soluzioni metalliche<sup>17</sup>, e non di quella che si pesca nelle paludi, o che si ottiene per distillazione dalle sostanze vegetabili, e animali. Queste arie come ho procurato d'avvertire in più d'un luogo delle mie opere, resistono assai più, e spessissime volte non prendono fuoco per mezzo della scintilla elettrica. Aggiungo quì che i limiti rispetto alla mescolanza di queste arie coll'aria comune, acciò abbia luogo l'infiammamento, limiti ognora più ristretti, sono pure meno sicuri e meno determinabili<sup>18</sup>. Potrei forse rendere ragione di tutte queste anomalie, supponendo che l'aria infiammabile delle paludi, e quella che si ottiene per distillazione, non è aria infiammabile affatto pura, ma mescolata con aria putrida o flogisticata; di che, secondo me, è un indizio assai chiaro il colore azzurro, e la lentezza, con cui arde la fiamma: ma di ciò più a proposito in un altro luogo, ove cercherò di mostrare l'identità di tutte le arie infiammabili. Per ritornare all'aria infiammabile metallica, di cui ho fatto uso nelle prove riportate di sopra, basta sapere che io ho ottenuto gli stessi risultati, sempre che ho usato una conveniente attenzione per averla pura, e legitti-

---

17 E quindi di idrogeno, che, per le esperienze di allora si poteva ottenere sufficientemente puro per l'azione di un acido su diversi metalli.

18 E questo perchè l'aria infiammabile delle paludi non è sempre composta di solo metano, ma contiene in generale, ed in quantità notevoli e variabili, altri idrocarburi, acido carbonico, etc.

ma, traendola dalla limatura di ferro intrisa nell'acido vitriolico allungato coll'acqua: perchè io non ho peranco tentato, se v'abbia qualche differenza usando un altro metallo in luogo di ferro, o sciogliendola nell'acido marino. Adoprando aceto (a questo proposito, vi sovviene che fui il primo a comunicarvi, tre anni sono, l'esperienza che io aveva fatta di produrre aria infiammabile cogli acidi vegetali, coll'aceto, col sugo di limone ec.), siccome s'ottiene un'aria infiammabile che rassomiglia per la lentezza nell'ardere, e pel colore della fiamma all'aria prodotta per distillazione, io non dubito quasi punto che debba cotale aria essere niente meno restia ad infiammarsi.

Resta da considerarsi la terza circostanza la *bontà dell'aria comune*, la cui influenza è grandissima; che ci aprirà la strada a nuove viste, ed a saggi assai istruttivi per la teoria del flogisto, e dell'infiammamento, e forse anche utili nella pratica. Io non credo che possa nascere difficoltà alcuna intorno a questo punto, cioè che la mescolanza d'una aria più o meno respirabile debba far nascere nella medesima aria infiammabile delle variazioni proporzionali, rispetto alla disposizione d'accendersi per mezzo della scintilla elettrica. Infatti con una leggiere considerazione ho preveduto, e con alcune sperienze facilissime ho verificato, che la medesima aria infiammabile ha bisogno, affine di ardere, d'una maggior dose d'aria comune a misura che questa è men buona: che essendo viziata fino a un certo segno, l'infiammamento non succede: e che pochissima aria deflogisticata sup-

plisce a molt'aria comune, e basta, per un volume assai grande d'aria infiammabile.

È cosa ben degna d'essere osservata, che l'aria infiammabile non ricusa d'accendersi ove venga mescolata con un'aria, in cui ogni altra fiamma non si manterrebbe viva, e per fino con un'aria viziata al di là di questo termine (cosa assai conforme all'eccellenza d'infiammabilità che io attribuisco all'aria di questa natura, e si spiega benissimo per le osservazioni da me fatte alla pag. 171, eccellenza e superiorità che non è smentita da fatto alcuno, e che viene all'incontro confermata ogni giorno da nuovi fatti). Evvi non pertanto un limite nella depravazione dell'aria di là del quale in quantunque ampia dose essa venga mescolata coll'aria infiammabile, questa ricusa di accendersi: e un tal termine è tuttavia assai lontano dall'irrespirabilità assoluta.

La differenza fra la quantità d'aria che si richiede secondo i gradi della sua respirabilità, è assai grande. Io non l'ho peranco determinata se non all'ingrosso. Quando l'aria è flogisticata al segno di spegnere una candela in luogo di 2 misure e  $\frac{1}{4}$  che se ne richiederebbero, se fosse nello stato di bontà ordinario, acciò concorra a mettere in fiamma 4 misure d'aria infiammabile, fa d'uopo d'un volume a un di presso uguale a quest'ultimo: ne fanno d'uopo 5, 6, 8 misure, ed anche più, quando è stata respirata 4, o 6 volte. Finalmente d'aria deflogisticata non se ne richiede che una mezza misura, o in

quel torno<sup>19</sup>.

Ed ecco un nuovo modo di saggiare la respirabilità delle arie, e di saggiarne le differenze più piccole. Per cosifatte prove non è mestieri di cangiar apparato. S'introducano nel recipiente aria infiammabile, ed aria comune, due terzi della prima, uno della seconda. (Le dosi possono essere abbondanti senza correr rischio, atteso che l'infiammamento sarà debole, per atto d'esempio le misure dell'aria infiammabile possono arrivare a dieci, e a cinque quelle della comune). Non ci riuscirà a farle prender fuoco per via della scintilla elettrica, tranne che sia vivacissima, che si metta in opera una giara. Converterà adunque aggiugnervi alcune bolle d'aria comune. Su via pertanto s'introducano ad una ad una varie bolle, tante cioè, quante ve ne vogliono perchè l'aria arda, e scoppi. Il numero delle bolle vi accennerà i gradi di vizio, o sia d'irrespirabilità di diverse arie. Per introdurre agevolmente bolle d'aria sempre eguali, io mi servo d'un picciol tubo ricurvo fornito d'un manico. Questo tubo ha tre o quattro linee d'apertura e l'altezza d'un mezzo pollice. Ivi appunto ove è strozzato dalla curvatura il canale, è chiuso da una pallottola di cera, o d'altro: veggasi D, fig. 6.

---

19 Dopo determinata la quantità optimum per il miscuglio di aria infiammabile e di aria atmosferica ordinaria, Volta esamina i casi nei quali l'aria atmosferica sia inquinata, ossia già respirata, o soggetta a combustioni, etc. e vede che si può avere un criterio del suo inquinamento osservando il volume che ne occorre per avere l'accensione. Il caso inverso si ha con l'ossigeno puro, del quale occorre solo una piccolissima quantità.

Che ne dite, Signore, di questa novissima foggia di *Eudiometro*? Non lo è difatti? Si vorrà forse, che per aver diritto a portare tal nome, venga prima ridotto ad essere uno strumento non pure portatile, ma da tasca? Se altro più non si ricerca, la cosa è fatta. A (fig. 7) è un caraffino ovale che può contenere 4 once d'acqua. Ciascuna de' due capi è guarnito d'una chiave d'ottone D, C. L'armatura della chiave C va a finire in una pancia B che può contenere intorno a un oncia. Due fili d'ottone impiantati nelle armature delle chiavi dirimpetto l'uno all'altro, si vengono incontro, verso il centro della caraffa, e finiscono lontani uno dall'altro d'una linea incirca. E questo è il pezzo principale. L'altra parte è una caraffa E guernita d'una chiave di rame; la quale caraffa contiene l'aria infiammabile. Per fare l'esperienza s'empiono d'acqua le due capacità A B. Quindi chiudendo la chiave C si lascia che scorra l'acqua contenuta in B. Ciò fatto s'imbocca esattamente il collo e nella gola dell'armatura, da cui è attorniata la chiave della caraffa E. Allora s'apra la chiave C, s'empierà la pancia B gorgogliando monterà in A. Si chiuda la chiave C, e aprasi quella della caraffa E; l'acqua contenuta fra le due chiavi nella capacità B precipitando nella caraffa E sarà rimpiazzata da altrettant'aria infiammabile, di cui era piena questa caraffa. Se voi chiudete la chiave della caraffa E, ed aprite la chiave C, l'aria infiammabile monterà nel vaso A sloggiando altrettant'acqua, come prima. Voi vi avete dunque introdotto due misure eguali, una d'aria comune, l'altra d'infiammabile. Replicate l'operazione, avre-

te introdotto due misure d'aria infiammabile, ed una di comune. Separate una dall'altra le due parti della macchina; tentate di accender l'aria colla scintilla elettrica, non verrete a segno. Convieni pertanto aggiugnere alcune bolle d'aria comune: ma come fare? Capovolgete il pezzo A B di modo che la chiave D guardi all'ingiù, e la poc'acqua contenuta nella caraffa A copra la parte interiore della chiave D. Questa chiave non è traforata da banda a banda, ma in essa sono scavati due segmenti di sfera, o due coni, che non comunicano. Girando adunque la chiave, tosto che uno di questi scavi si presenta all'acqua contenuta in A, l'acqua discende e lo empie, e ne sloggia l'aria, che monta in forma di una o più bollicine. Se la chiave fa un altro mezzo giro, lo scavo succedente introduce esso pure una bolla, mentre il primo si vota dell'acqua, di cui s'era empiuto precedentemente, e così via via. A questo modo si può contrassegnare il vizio dell'aria pel numero delle bolle da aggiugnersi prima di ottenere l'infiammamento.

Io non voglio garantire un'estrema esattezza e sensibilità in questo strumento, considerato come Eudiometro. Nè credo che possa pretendere d'essere anteposto agl'altri finora inventati; sebbene ci sia tutto il motivo di dubitare rispetto a cotesti della esattezza scrupolosa che cotanto viene vantata. A me basta che accenni se non le millesime e le centesime, le decime almeno de' vizi flogistici delle arie di diversi luoghi. Sò che il mio strumento ha non pochi svantaggi, cioè il bisogno d'un elettroforo anzi grande che nò, per metterlo in istato d'ope-

rare vigorosamente, e la noja di far tante prove, quante sono le bolle d'aria che s'introducono infino a che succeda l'infiammamento. Pure mi sembra un gran compenso la facilità di costruire il mio apparato, per cui si richieggono due chiavi di metallo in luogo che per gli Eudiometri ad aria nitrosa debbono essere di cristallo; e più ancora per la maniera facile e semplice di farne uso riempiendolo d'acqua in luogo di mercurio, cosa onerosa e imbarazzante: oltre a ciò è assai più facile il far dell'aria infiammabile sempre perfetta, e di poca spesa, che fare dell'aria nitrosa, la quale, per non dir altro, s'altera troppo facilmente. Finalmente l'aria infiammabile non rende un odore tanto detestabile, quanto l'aria nitrosa.

Checchè sia di questo strumento considerato come Eudiometro, esso ha l'avvantaggio di servire a quasi tutte le sperienze intorno all'aria infiammabile senza dover bagnare le mani. Se non altro io posso mostrare uno dopo l'altra tutte le sperienze che ho rapportato di sopra, che confermano la teoria, ed altre piacevoli all'ultimo segno. Io fo, per esempio, tutte le sperienze della pistola; quindi rappresento una specie di lampo, attraverso a cui si distingue chiaramente la scintilla elettrica... Mi restano a dirvi mille cose, ma sono in procinto d'intraprendere un viaggio nella Svizzera. Al mio ritorno riprenderò la penna in mano. Forse avrò la consolazione di trovare sul tavolino una vostra Lettera. Intanto sono pieno di stima e di sincera amicizia.

# DESCRIZIONE DELL'EUDIOMETRO AD ARIA INFIAMMABILE

*Il qual serve inoltre di Apparato universale per l'acensione al chiuso delle arie infiammabili di ogni sorta mescolate in diverse proporzioni con aria respirabile più o meno pura; e per l'analisi di quelle, e di queste.*

MEMORIA DIVISA IN DUE PARTI

Publicata negli Annali di Chimica del Brugnatelli,  
Vol. I, 1790.

## PARTE PRIMA

*Il Volta descrive qui con grande ampiezza di particolari il suo audiometro ed il suo uso. Ne riportiamo qui gli ultimi paragrafi, che offrono un maggior interesse per la chimica, in quanto danno i risultati di speciali misure di interesse più generale. Noto solo l'applicazione dei tubi graduati per potere leggere direttamente e senza manipolazioni la diminuzione di volume ottenuta.*

§. 40. Veniamo ora, perchè meglio s'intenda il maneggio del nostro apparato, a mostrare alcune sperienze con esso. In un campo vastissimo che ci si presenta, e tra l'infinito numero, non ne sceglierò che poche delle più istruttive, e che possono dare il maggior lume per tutte le altre.

Sper. I<sup>a</sup>. S'introducano nel recipiente cilindrico riempito d'acqua a dovere, 3 misure piccole d'aria respirabile comune, ed 1 misura d'aria infiammabile ben pura (ottenuta dalla dissoluzione del ferro o del zinco con acido vitriolico diluito d'acqua); e osservato col mezzo dell'anello A D nel modo spiegato, che le 4 misure insieme occupino giusto 40 gradi, vi si porti dentro l'accensione colla scintilla elettrica, lasciando aperto il rubinetto B del piede. All'istante comparirà una fiamma chiarorossiccia, che riempirà tutto il luogo occupato dall'aria; e questa dilatandosi deprimerà a un tratto la colonna d'acqua sottostante fino alla metà del recipiente, e più basso ancora: la qual acqua, risalendo tosto dopo, s'inalzerà molto sopra il segno di prima, e fermerassi vicino ai 25 gradi. È dunque scomparso tutto il volume dell'aria infiammabile = 10, e di più un volume = 5 circa dell'aria respirabile.

L'accennato spettacolo dell'istantanea violenta depressione, e succedente pronto rialzamento dell'acqua, maggiore della depressione, è curioso, e dilettevole assai ma si è forse più colpito, se, avendo chiuso prima dell'infiammazione il rubinetto B, con che viene impedita

tal depressione, si apre poi dopo; mercè di che osservasi con istupore il subitaneo innalzamento della colonna d'acqua dai 40 gradi ai sopra indicati 25.

§. 41. Sper. II<sup>a</sup>. Per determinare ora sopra una scala più grande, e quindi con maggior precisione, qual sia la proporzione d'aria respirabile, che si consuma in un col- l'aria infiammabile, cioè in quanta parte entri l'una e l'altra nella produzione della fiamma, s'introducano nel recipiente ancora 1 misura d'aria infiammabile e 3 d'aria respirabile, ma misure grandi eguali cioè, a 100 l'una, e verificato col consueto mezzo dell'anello scorrevole AD, che occupino giusto 400 gradi, si ecciti al solito l'infiammazione, dopo però aver chiuso il robinet B (poichè altrimenti verrebbe dalla forza espansiva cacciata fuori per di sotto molta di quell'aria); indi col riaprire detto robinet permettasi l'innalzamento dell'acqua: sarà bellissimo vedere, come questa d'un salto si solleva molto sopra i 300, e si ferma al punto dei 252 gradi.

Dal che si vede, che la consunzione di 100 d'aria infiammabile ha tirato seco quella, non di una metà giusta, che sarebbe 50, ma un pochetto meno, cioè 48 d'aria respirabile.

§. 42. Sper. III<sup>a</sup>. S'introducano di nuovo 100 d'aria infiammabile, ma 200 solamente d'aria comune; e s'accenda il miscuglio: la fiamma sarà men viva; e la diminuzione non porterà che 125 o 126 in tutto, in luogo dei 148 che ha portate la speranza precedente.

Appare dunque, che la combustione non è stata plenaria; e che quindi 200 d'aria comune non bastano per l'infiemmazione di tutti i 100 d'aria infiammabile, ond'è che ha dovuto restarne addietro di questa una parte non accesa. Or se non bastano 200, molto meno basteranno 100 della stessa aria comune, per la totale combustione di 100 della stessa aria infiammabile. Infatti:

§. 43. Sper. IV<sup>a</sup>. Introdotta di tali arie una misura per ciascuna, e acceso il miscuglio; la fiamma ne compare men viva ancora e più rossa, e la quantità d'aria che si consuma è giusto la metà di quella, che si è consumata nella sperienza precedente, cioè ne scompaiono 62 in 63 parti, riducendosi il volume da 200 a 137 in 138.

§. 44. Se l'aria respirabile, prima di adoperarsi in queste ultime due sperienze, è stata già alquanto viziata, cioè trovisi un poco meno respirabile dell'ordinaria, in questo caso, quando pure permetta l'infiemmazione (giacchè se è troppo poco respirabile non la permette, nè con due misure per una d'aria infiammabile, nè molto meno con una misura sola), quando, dico, ottener si possa di accendere il miscuglio, oltre a mostrarsi la fiamma più debole, e di un rosso tirante all'azzurro, la diminuzione di tutto il volume sarà tanto minore, quanto è men buona tal aria respirabile. In prova di ciò:

§. 45. Sper. V<sup>a</sup>. S'introduca nel recipiente dell'aria in cui si sia lasciato ardere qualche momento un candelino,

o nella quale si sia mescolata un poca d'aria mandata fuori coll'espiazione dai polmoni, talchè trovisi viziata sì, ma lungi ancora dallo spegnere la fiamma del cerino. Di quest'aria non molto viziata se ne introduca una volta due misure come nella Sper. III<sup>a</sup>. ed un'altra volta 1 misura come nella Sper. IV<sup>a</sup>. e d'aria inf. al solito 1 misura; e fatta l'accensione vedrassi, che in luogo di andar persi del volume 300 da 125 a 126 parti, e corrispondentemente del volume 200 da 62 a 63 a norma delle citate sperienze ne scompariranno sì del primo, che del secondo molto meno, es. gr. 110, 100 ed anche meno di quello, e corrispondentemente 55, 50 e meno di questo, secondo che l'aria impiegata godeva di minore respirabilità: e in ragione di cotesta respirabilità minore, massime se tal aria è mista in dose soltanto eguale all'aria infiammabile ne compare la fiamma men viva, e di colore turchino.

Dalle quali prove, che non è quì il luogo di moltiplicare, rilevasi ormai abbastanza la ragione e il modo delle Sperienze Eudiometriche, a cui serve il nostro apparato<sup>20</sup>.

## PARTE SECONDA

*Anche in questa il Volta, nei § 46-75 prosegue nella minuta descrizione del suo eudiometro, dei vari usi ai*

---

20 Queste sperienze di Volta non richiedono alcun commento. Il lettore, considerando la quantità di ossigeno contenuto nell'aria pura, potrà da sè controllare l'esattezza delle sperienze su riferite.

*quali può servire, delle precauzioni da prendere, e dei suoi vantaggi rispetto a quelli ad aria nitrosa.*

## **SOPRA I FUOCHI DE' TERRENI E DELLE FONTANE ARDENTI**

**Sopra i fuochi de' terreni, e delle fontane ardenti in generale e sopra quelli di Pietra Mala in particolare.**

*(Pubblicata la prima volta nel Vol. VIII, 1784, degli Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti)*

**Appendice: Ove parlasi particolarmente dei fuochi ardenti di Velleja.**

*(Pubblicata come sopra)*

## **La questione dei gas infiammabili che sgorgano naturalmente dalle acque e dal terreno.**

I fuochi naturali che sgorgano da terreni o dalle acque, erano noti anche agli antichi. Plinio, ad. es, vi accenna nel cap. CXI del suo secondo libro, nè mancano citazioni in altri autori. In molti luoghi, specialmente in Persia, questi fuochi venivano adorati ed erano oggetto di culto. Ma non è nostro intendimento di soffermarci ad esaminare in generale un tale soggetto. Esamineremo solo l'estensione che questo fenomeno ha nell'Appennino tosco-emiliano, che è stato oggetto particolare delle ricerche di Volta, e le teorie escogitate intorno alla loro origine, in rapporto specialmente alle opinioni manifestate da Volta stesso.

Nella zona appenninica che da Piacenza si estende fino ai monti sopra Faenza, si riscontrano numerosi luoghi dove si hanno emissioni di gas infiammabili, o pozzi di petrolio o salse. Molti di essi sono conosciuti fin da antico, molti sono stati scoperti recentemente; in alcuni, anche, i gas vengono attualmente usati come combustibile, o viene estratto il petrolio, o le acque salse sono usate a scopo curativo. Abbiamo così, nell'estremo settentrione della zona, per citare solo alcune località,

Montechino, Riglio e Velleia, a poca distanza fra di loro, dove ultimamente con relativa abbondanza è stato estratto il petrolio. I fuochi perpetui di Velleia, come sappiamo, avevano già attirato l'attenzione dei romani che lì appresso avevano edificata una città. Questa fu sepolta e distrutta da una frana caduta poco dopo l'epoca di Costantino. Scavi compiuti fin dal secolo XVII vi hanno fatto rinvenire interessanti monumenti archeologici. Poco più oltre verso oriente, si hanno le ben note salse di Salsomaggiore, connesse ora a grandiosi stabilimenti termali, e presso le quali recentemente è stato estratto del petrolio. Si ha quivi anche uno sviluppo notevole di gas, che, in due campioni (da una salsa e da una perforazione) dettero la seguente composizione percentuale (Nasini e Salvadori, 1900):

	dens.	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Idrocarburi pesanti	N	O
Camp. I	0,642	77,39	15,60	1,80	5,21	—
Camp. II	0,659	73,85	14,73	1,30	9,66	0,45

Più oltre in Medesano si hanno petroli (alcuni sono fra i migliori della regione, altri invece troppo bituminosi) e sorgenti di gas in prevalenza formati da metano con grande abbondanza di idrogeno solforato. Il petrolio di Miano, esistente in questa regione, è stato scavato fin da antico, e fu oggetto di una concessione nel 1400. Nell'Appennino sopra Reggio Emilia e Modena si hanno le salse maggiori e più conosciute, che si manifestano con

coni eruttivi e di tanto in tanto con violenti eruzioni. La salsa di Montegibbio eruttò nel 1835 un milione e mezzo di metri cubi di argilla salata; la salsa di Regnano ha un cono di sette metri d'altezza. La prima, detta anche di Sassuolo, ebbe un'eruzione nel 91 a. C. che è stata ricordata da Plinio. Perforazioni ivi eseguite, dettero grandi emanazioni di gas (prevalentemente metano), ma non fecero trovare petrolio. Notizie importanti su queste salse e anche sul fenomeno in generale, si trovano, come diremo, nei *Viaggi alle due Sicilie* etc. dello Spallanzani. Più verso mezzogiorno si hanno i famosi fuochi di Barigazzo. Più a oriente, ancora, presso le sorgenti solforose dei Bagni della Porretta, si hanno tracce di petrolio ed emanazioni gassose. Queste contengono circa 10% di azoto ed anidride carbonica. Le salse di Sassuno e del Dragone, nel Bolognese, emettono gas che contengono 0,39 di azoto, 1,14 di anidride carbonica e 17,87 di etano; mentre quelle prossime di San Martino in Pedriolo emettono gas dalla composizione: etano 1,12, azoto 6,20, metano 92,68. Infine all'estremo sudorientale della zona presso Firenzuola si trovano le celebri emanazioni di Pietramala.

Tutta questa zona appartiene all'epoca terziaria, ed in generale parte nel pliocene, parte nell'eocene, in anticlinali di arenaria e schisti argillosi, aventi di regola una direzione perpendicolare all'asse dell'Appennino.

Tralasciando i documenti più antichi noteremo come il Cardano nel *De subtilitate* ricordi i fuochi di Pietra-

mala, e come essi siano stati citati anche dal Falloppio nel *De Thermis*: «In Agro Fiorentino, in monte quodam qui est prope Castellum Florentiolam vocatum, evomitur continuo ignis, quamvis die non appareat nisi fumus, prope magnum solis lumen». Nel 1682 Silvio Boccone ricorda i fuochi di Barigazzo e visita quelli vicini di Vetta. Poco dopo gli stessi fuochi di Barigazzo sono ricordati da Bernardino Ramazzini (1698) e nel 1705 Monsignore Bianchini descrive ampiamente quelli di Pietramala. Questi sono anche ricordati da Giovanni Targioni e da altri naturalisti toscani. Ma uno studio sistematico, che inizia anche una sana spiegazione delle cause di queste emanazioni gassose, si ha solamente con Alessandro Volta.

Il Volta con quella limpidezza di pensiero che così vivamente lo caratterizza, con quel metodo sagace e geniale, che si rileverà poi in modo così straordinario durante la decennale polemica sull'elettricità animale, con quel procedere che sembra semplice ed è invece eminentemente fruttuoso e profondo, aveva valorizzato la sua prima scoperta del gas infiammabile nativo delle paludi in tutti i campi in cui esso poteva avere applicazione. Aveva studiato il gas di per sè, e l'aveva nettamente distinto dall'aria infiammabile ricavata dai metalli (idrogeno); aveva osservato la sua produzione in tutti i luoghi dove, fuori del contatto diretto dell'aria, si decomponesse della materia organica; aveva osservato le esplosioni che esso ed anche l'aria infiammabile ottenuta dai metalli potevano dare se mescolati all'aria comu-

ne o a quella eminentemente respirabile (secondo la prima denominazione usata da Lavoisier) quando attraverso ad essi scoccava una scintilla elettrica; aveva infine applicato il fenomeno ad alcuni scopi tecnici e pratici, e, con l'eudiometro, a misure particolarmente delicate ed importanti. Ora infine, e sempre entro il breve tratto di tempo di quattro anni, egli applica le sue scoperte a studiare ed a risolvere un importante problema geologico, ed indica quella via, allora completamente nuova, che doveva portare a risolverlo.

Egli, sì a Pietramala come a Velleia (ed il lettore potrà certificarsene leggendo le memorie originali che riportiamo) si accerta anzitutto, con tutti i metodi che allora potevano essere a sua disposizione, che il gas che si sviluppa a Pietramala ed a Velleia è perfettamente analogo a quello che si sviluppa dalle paludi (che, cioè, è prevalentemente metano) e differisce invece dall'aria infiammabile ottenuta con l'azione degli acidi sui metalli (idrogeno). Ciò fatto egli può escludere subito che l'aria si sviluppi, come credeva qualcuno, per l'azione sotterranea di acidi su metalli. Inoltre l'analogia del risultato lo porta a supporre che, come nelle paludi, anche in questi casi il gas si sviluppi da materia organica in decomposizione. Questa sua idea, sana in principio, ma come vedremo non riconosciuta al suo tempo, lo guida come faro luminoso in tutte le sue indagini. A buona ragione possiamo perciò proclamare Volta come il creatore della teoria geologica moderna, generalmente accettata (con sole differenze nei particolari) che afferma essere di ori-

gine organica la formazione dei petroli, e, conseguentemente anche degli idrocarburi gassosi che si formano insieme ad essi, e secondo analoghi processi chimici. Solo indagini più recenti, inimmaginabili al tempo di Volta, hanno permesso di specificare in modo più minuto il processo, riconoscere che ad esso partecipano in grande maggioranza gli avanzi animali, e che la formazione dei petroli avviene nelle zone litoranee, quando la materia organica, convenientemente separata dal contatto dell'aria, viene a trovarsi sottoposta a fortissime pressioni, ma non a temperatura troppo elevata. Ma il principio, come ho detto, non è che quello di Volta, opportunamente perfezionato dagli enormi progressi compiuti dalla geologia in circa un secolo e mezzo. Si noti, anche, che ai tempi di Volta non si pensava ancora ai grandi movimenti tettonici per i quali sono possibili il ricoprimento di determinati strati, e la loro dislocazione, e che perciò non si deve stimare troppo puerile la supposizione che egli avanza, e può constatare a Velleia, di enormi frane che vengano a ricoprire i grandi strati di materia organica che dovevano poi decomorsi.

Su una cosa sola è però necessario richiamare l'attenzione. Come il lettore può agevolmente notare dalle memorie originali, Volta procura sempre di riconoscere che lo svolgimento di queste arie è indipendente dai giacimenti di petroli e bitumi. In questo egli è guidato da un'opinione erronea, sebbene spesso, almeno apparentemente, le emanazioni gassose ed i petroli possano ritrovarsi isolati in località differenti. Ma in queste asserzio-

ni si trova una ragione che può spiegare pienamente l'attitudine di Volta. Volta non si è mai proposto di studiare e di indagare l'origine dei giacimenti di petrolio o di bitume, e, in riguardo, si attiene, quando ne è il caso, alle opinioni contemporanee. Ora l'origine di essi dalla materia organica non era per anco stata avanzata. Non si può infatti dire che fosse un'opinione accettata dai geologi, anzi era completamente dimenticata, quella espressa da J. F. Henkel nel 1725 nella sua *Pyritologia*, che afferma che i resti fossili di animali e piante non sono scherzi di natura, ma avanzi effettivi di esseri viventi, e che in particolare gli oli e le resini fossili debbono ad essi la loro origine. Del resto anche l'opinione emessa molti anni dopo Volta (1794) da Haquet, che osservando come nelle saline della Galizia si trovino molti resti di animali ed insieme petrolio, afferma che questo, se non tutto, almeno in gran parte dovrebbe derivare da animali marini, non fu nemmeno essa raccolta al suo tempo e venne subito dimenticata. Volta, dunque, sulla fede altrui, sarebbe stato costretto a considerare i petroli come sostanze di origine inorganica, mentre aveva la stretta convinzione, e diretta questa, che le arie infiammabili avessero un'origine organica. È naturale, quindi, che egli cercasse di tenere bene distinti i due fenomeni, di uno dei quali non si occupa di proposito. Ma, come possiamo osservare nella memoria sui fuochi di Velleia, incidentalmente egli accenna anche al fatto che petroli possano avere origine organica, di modo che anche in questo campo, per quanto in maniera puramente acci-

dentale e anzi essenzialmente polemica, egli può dirsi un precursore.

Non credo che occorran ulteriori commenti sulle due memorie geologiche di Volta. Voglio invece richiamare l'attenzione su uno scritto comparso una decina di anni più tardi e dovuto anche esso ad un sommo naturalista, Lazzaro Spallanzani (1729-1799), perchè studiando appunto questi fuochi egli polemizza e alquanto aspramente col Volta stesso.

Nel noto ed importantissimo scritto *Viaggi alle due Sicilie ed in alcune parti dell'Appennino*, lo Spallanzani dedica i capitoli 36, 37, 38, 39, e 40 allo studio dei fuochi di Barigazzo ed all'esame delle descrizioni fatte di varie emanazioni gassose, specialmente nell'Appennino, e delle teorie escogitate per spiegare la loro origine. Nei capitoli successivi tratta delle salse che aveva visitate anche in anni precedenti, come vedremo riportando il lavoro di Volta sui fuochi di Velleia. La lettura di questa lunga monografia può formare un utile complemento alle memorie del Volta. Lo Spallanzani aveva visitato i fuochi negli anni 1789 e 1790, e alcune esperienze egli fece anche negli anni successivi.

Il grande valore dello Spallanzani e la larga e meritata fama che egli ha raggiunto, non possono però fare velo ai nostri occhi, ed impedire di riconoscere che, in questa trattazione, egli si trova in condizioni grandemente inferiori a Volta.

Anzitutto egli, che pur era chimico valente, non ha un concetto così esatto della diversità dell'idrogeno metal-

lico (il vero idrogeno) e dell'idrogeno naturale (quello dei fuochi) (come egli li chiama seguendo ormai la nuova nomenclatura trionfante istituita da Lavoisier e dai suoi colleghi, in seguito ai fondamentali lavori di Lavoisier stesso) come l'aveva Volta della diversità dell'aria infiammabile ricavata dall'azione degli acidi sui metalli e dell'aria infiammabile nativa delle paludi. Mentre per Volta le due arie vengono sempre più riconosciute, e giustamente, per due sostanze diverse (per quanto tenti riportare ad un'unica causa l'*infiammabilità*) per Spallanzani l'idrogeno naturale viene quasi ad essere la stessa sostanza di quello metallico, benchè frammisto a notevoli impurità. E sì che le esperienze da lui riportate per differenziarli, lo avrebbero dovuto portare sulla giusta via. Ad es. il fatto che l'idrogeno metallico bruciando in luogo chiuso con l'aria lascia maggiore umidità che l'idrogeno naturale. (Si noti che in quegli anni le esperienze di Cavendish sulla composizione dell'acqua erano già state fatte e pubblicate da un pezzo). Inoltre il fatto che nell'abbruciamento dell'idrogeno naturale si ha formazione di acido carbonico (intorbidamento dell'acqua di calce) dovrebbe avergli fatto supporre che nel gas naturale si aveva come componente il carbonio. I suoi paragoni fra l'idrogeno naturale (quello dei fuochi) ed il gas infiammabile delle paludi, che egli dunque trova differenti fino a un certo punto, non hanno poi una base solida, in quanto egli per gas delle paludi usa un gas ottenuto da macerazioni speciali, nelle quali si sviluppano abbondantemente altri gas, e non quello indica-

to chiaramente da Volta.

Do ora un sunto rapidissimo dello scritto di Spallanzani. Nel cap. N. 36 egli descrive le osservazioni e le esperienze fatte sui fuochi di Barigazzo. Nel cap. 37 riporta quanto altri autori hanno scritto su tali fuochi, ed accenna ad alcuni altri fuochi delle vicinanze. Nel cap. 38 accenna ad alcuni fuochi d'altre regioni, derivati dal medesimo principio gassoso. Trattando di Pietramala e di Velleia comincia a polemizzare con l'autore delle *Lettere sull'aria infiammabile delle paludi*, così egli ama chiamare, piuttosto che col suo nome diretto, il suo collega dell'Università di Pavia. Egli cerca poi di dimostrare «che il gas idrogeno infiammabile non compete esclusivamente alle paludi, quantunque sia stato caratterizzato per tale dal suo illustratore, imperocchè le descritte località dove ardono, mostrano bastantemente non avere ivi mai esistito paludi; e questa verità metterassi in miglior lume, quando ragioneremo delle materie producenti quelle inesauste miniere di gas idrogeno». Nel cap. 39 espone i suoi tentativi fisici e chimici per esplorare la natura dei gas idrogeni dei fuochi di Barigazzo e delle altre circonvicine montagne. Abbiamo già accennato ad alcune di queste esperienze. Nel cap. 40, infine, si acuisce la polemica contro Volta. Spallanzani critica l'opinione dell'origine organica dei gas sopradetti e mette in ridicolo le frane o le altre cagioni che avrebbero seppellito le sostanze vegetali ed animali, che con la loro decomposizione dovrebbero produrre i gas. Egli espone quindi la sua opinione secondo la quale

questo idrogeno naturale dovrebbe originarsi da solfuri di ferro in quelle parti molto copiosi. Chiude infine notando che «se ad altra occasione (l'autore delle *lettere sull'aria infiammabile nativa della paludi*) ritornasse ai luoghi dove ardono questi fuochi, sarebbe prezzo dell'opera che istituisse su loro novelle e più sostenute indagini, che ne analizzasse i gas, senza omettere da prode Naturalista l'attenta considerazione delle località; e allora sarebbe assai sperabile per la felice sagacità e per l'occhio penetratore onde si distingue nelle naturali ricerche, che siccome ha la gloria d'essere stato il primo a svelare al dotto mondo la prossima origine di tali perpetui incendi, avesse pur l'altra di scoprirne le remote generatrici cagioni».

Ma Volta non aveva bisogno di ritornare a studiare ed esaminare i fuochi dell'Appennino. Egli aveva già dato quanto e più di quanto all'epoca sua poteva darsi in proposito. E allora, appunto, più che dar retta al fegatoso abate di Scandiano, doveva occuparsi con la massima attività di quelle esperienze che dovevano dare, al mondo attonito, la mirabile invenzione della pila.

## **MEMORIA SOPRA I FUOCHI DE' TER- RENI E DELLE FONTANE ARDENTI IN GENERALE E SOPRA QUELLI DI PIETRA MALA IN PARTICOLARE**

Quando nel 1776 ebbi scoperto che da tutti i fondi d'acqua stagnante, o leggermente corrente si svolge una prodigiosa quantità d'aria infiammabile, prodotta dalla macerazione, e putrefazione delle sostanze vegetabili e animali, fui naturalmente condotto a pensare, che molti fenomeni naturali, tra i quali quello dei terreni, e delle fontane ardenti, da altro non provenissero che da' grandi ammassi di cotest'aria infiammabile. Era troppo facile l'immaginare che potea trovarsi buona copia di tal aria già bella, e formata in alcuni ricettacoli, o cavità sotterranee, che riempiendosi, o per le pareti che si sprofondassero, o per qualche materia estranea portatavi dentro, obbligavano quell'aria a traspirare, ed uscirne fuori in forma di getti attraverso le crepaccie, e la terra secca, o attraverso l'acqua in forma di gorgogli. Io mi atteneva tanto più fortemente a questa opinione, quantochè alla possibilità della cosa, alla verosimiglianza di una spiegazione così facile, e naturale aggiugnevasi una imita-

zione non lontana dal fenomeno a cui io era giunto; sendo riuscito ad eccitare a talento sulla superficie delle acque stagnanti simile infiammazione mediante il frugare sul fondo, e rimescolare la melma ad effetto di snidare l'aria infiammabile: il che fatto, non aveva che a presentare un candelino, o un solfanello acceso al luogo dove nasceva il maggior bollicamento cagionato dalle gallozzole d'aria che spiccate dal fondo venivano a crepare alla superficie dell'acqua, per far tosto sorgere una fiamma che spandeasi per una estensione considerabile lambendo l'acqua medesima. Questa fiamma era di colore azzurro, e continuava ad ardere così lambente, e ondeggiante più o men tempo. Un fenomeno presso a poco eguale aveva luogo sopra le terre impregnate d'aria infiammabile. Io sceglieva a tal oggetto un terreno fangoso confinante coll'acqua di uno stagno, un terreno che fosse anzi stato coperto lungo tempo dall'acqua medesima, e abbandonato da essa, e rimasto in secco poco innanzi, cui andava colla mia canna foracchiando là ove era più molle, e nericcio. A siffatti buchi accostando prontamente un zolferino acceso, la fiamma vi s'appiccava a un tratto, e parte vedeasi scendere fino a lambirne il fondo, parte lanciarsi in aria, massime ove io m'aggravassi col corpo, o battessi de' piedi sul terreno ad oggetto di premerne l'aria infiammabile in maggior copia.

Dopo tali sperimenti, e prove felici, consultando diverse descrizioni che erano state date dei terreni ardenti e particolarmente quella inserita nel Giornale di Fisica dell'Abate Rozier Tom. VI. Agosto 1775, pag. 224 in-

torno alla *Fontana ardente* del Delfinato (così chiamata impropriamente, poichè essa non è in niun modo una fontana, bensì un terreno ardente), vi riscontrai una perfetta conformità in tutto, salvo due sole circostanze: cioè, che cotal terreno non è stato di recente coperto dall'acqua, e che non è necessario di sconvolgerlo, o di scavarvi de' buchi col bastone per isprigionarne l'aria, la quale è tramandata spontaneamente da qualche ricettacolo sotterraneo che quivi suppongo trovarsi. Per tutto il resto i fenomeni sono assolutamente i medesimi, e le circostanze son tali, ch'egli è impossibile il supporre ivi la presenza della nafta, o petrolio, a cui si attribuivano comunemente le fiamme de' terreni, e delle fontane ardenti. Meno poi si potrebbe attribuire il fenomeno a qualsivoglia altro bitume. Non resta dunque che l'aria infiammabile, che produr possa tali apparenze; e l'Autore della descrizione citata ce lo dà egli medesimo a divedere assai chiaramente, e ci conduce a ravvisare tal aria nelle modificazioni, negli accidenti e nei moti che ci dipinge di coteste fiamme, benchè non parli nè faccia pur cenno nel suo scritto di aria infiammabile, l'esistenza della quale, non chè l'indole, e la natura di essa, dobbiam credere che gli fosse ancora ignota. Se conosciuto avesse tal aria, non sarebbe ito a cercar altro: certo al meno non sarebbe ricorso ad una specie di *piroforo*, prodotto non sa neppur egli come. Il Sig. di Fontenelle paragonava questo terreno a un piccolo vulcano: senza fondamento però; giacchè alcun vestigio non vi si e potuto trovare.

In mezzo a tante insussistenti opinioni un antico Autore mi si presenta, il quale si è molto accostato alla verità. Questi è un certo Dieulamant ingegnere a Grenoble, che scriveva ha quasi un secolo, il quale attribuisce il fenomeno a un vapore infiammabile che trapela dalla terra, dicendo di non aver trovato nulla nè sulla superficie, nè in seno alla terra medesima, che possa produrre, e alimentare le fiamme. Il Sig. di Montigny in una Memoria medesima, di cui M.<sup>r</sup> Guettard ci ha dato un estratto nelle sue opere, va più innanzi ancora: egli giunge perfino a dire, che il vapore infiammabile, il quale si fa strada attraverso il terreno di cui si tratta, è simile a quel vapore prodotto dalla dissoluzione del ferro nell'acido vitriolico, che si accende coll'accostare la fiamma d'una candela alla bocca del vaso. Dal che si fa a congetturare che succeda qualche cosa di simile sotto il detto terreno, mercè l'azione dell'acido vitriolico, sopra delle piriti ferruginose. Egli avrebbe toccato il segno, sostituendo solamente la parola aria, o gas a quella di vapore: ma la differenza solenne tra i vapori propriamente detti, e i fluidi aeriformi non era molto nota a quel tempo. Oltre di ciò tra le arie infiammabili medesime conveniva far distinzione, ed attaccarsi, anzichè all'aria infiammabile de' minerali, a quell'altra specie che si produce dalla macerazione e scomposizione delle sostanze vegetabili e animali: ma questa origine dell'aria infiammabile era allora sconosciuta affatto; e sol dopo la mia scoperta si può dire che si sia resa veramente palese.

Ho accennato che la così detta *Fontana ardente* del

Delfinato non è altrimenti una fontana, ma un terreno ardente. Vi è però tutta l'apparenza che fosse in altri tempi ricoperto quel terreno dall'acqua, la di cui superficie gorgogliante prendeva fiamma all'accostarle qualsisia altra fiammella. Ciò rilevasi da quanto intorno a questo luogo ci riferiscono alcuni Autori antichi, tra gli altri S. Agostino, che non so dove ne parla. Molta probabilità ancora vi si aggiunge dal vedere che esiste anche al dì d'oggi un ruscello che scorre vicino al luogo ove compaiono le fiamme. Avremo occasione di far osservare quanto questa circostanza sia favorevole alla spiegazione ch'io pretendo di dare dei fenomeni di questo genere.

Non entrerò in più minuti dettagli, che poco servirebbero al proposito, contentandomi avvertire chi li desiderasse, che questi unitamente alle opinioni degli Autori si troveranno nella descrizione della Francia che sta componendo il Sig. Avvocato Beguillet, di cui la parte che riguarda il Delfinato è già sotto il torchio.

Molti fuochi di simil genere si trovano in Italia, che sono stati descritti da diversi. Quelli di Pietra-Mala, luogo situato sull'alto degli Appennini tra Bologna, e Firenze, sono i più celebri, e i più conosciuti. Tralasciando tutte le altre descrizioni, potrei attenermi a quella che leggesi nell'opera conosciutissima del Sig. Ferber, tradotta in francese, e arricchita di belle note dal Sig. Barone Dietrich corrispondente dell'Accademia Reale delle Scienze di Parigi (*Lettres sur la Minéralogie d'Italie, et sur divers autres objets de l'Histoire naturelle de*

*l'Italie*. Traduites de l'Allemand ec. Strasbourg 1776) potrei, dico, attenermi a questa descrizione, come la migliore, e la più recente, che tanto vi troverei molte apparenze non equivoche, anzi tutti i più certi indizj della mia aria infiammabile. Ma voglio più presto riportarmi a ciò che meco confessò l'istesso Baron Dietrich poco tempo dopo, quando cioè ebbi la sorte d'incontrarmi con lui in Argentina al principio d'autunno dell'anno 1777. Avendo egli letto poco prima la mia operetta sull'aria infiammabile nativa delle paludi, nella quale, non che trovarsi enunciate tali mie idee sopra i terreni, e le fontane ardenti, viene di più riportata la descrizione di alcuni fenomeni di questo genere, non sì tosto ebbi verificate le mie principali sperienze (al qual oggetto ci portammo egli ed io in compagnia d'altre dotte persone a raccorre dell'aria infiammabile da certi fossi, e facemmo altresì la prova d'infiammarla sul luogo, cioè a fior d'acqua), ch'egli convenne in tutto meco, e dichiarò apertamente che i fuochi di Pietra-Mala, da lui e visitati e descritti provenir doveano da simil fonte, cioè da aria infiammabile della stessa specie; che in questo senso or vorrebbe che fosse preso il vapore sotterraneo, di cui parla, non già per una esalazione di nafta o petrolio, riflettendo massimamente ch'egli per quanto si studiasse, non avea potuto rinvenire in quel terreno alcun indizio di bitume; che altri ve lo aveano bene immaginato e supposto, ma solo per non trovar essi altra via di spiegare il fenomeno; imperocchè coloro, i quali finsero a piacimento una specie di Vulcano, andarono ancor più lon-

tani, secondo che pensa il Sig. Dietrich, dalla vera cagione: infatti niuna forma di cratere, niuna produzione vulcanica nel sito di cui si tratta.

Il suffragio del Baron Dietrich mi fu, lo confesso, di un gran peso per confermarmi nell'opinione ch'io aveva sempre mantenuta dopo la mia scoperta dell'aria infiammabile nativa. Ad ogni modo per quanto persuaso io fossi della natura dei fuochi di Pietra-Mala, restavami tuttavia uno scrupolo, cioè che il piacere di far fare una bella comparsa alla mia aria infiammabile non forse mi seducesse; ond'è ch'io non era contento finchè non mi riuscisse di averne prove incontestabili e dirette. Altronde quando anche io non avessi più bisogno di queste prove per finir di soddisfare me medesimo sopra tal punto, le vedeva necessarie a convincere gli altri, quelli singolarmente, che attaccati di troppo ai loro antichi principj, e alle idee cui non possono risolversi di abbandonare, nemici dichiarati di ogni novità, non si arrendono che all'ultima evidenza. Mi proposi adunque di fare sul luogo le osservazioni proprie non solo ad iscoprire la presenza dell'aria infiammabile là dove trovasi il terreno ardente di Pietra-Mala, in quella copia ch'è richiesta alla produzione de' fenomeni che vi s'osservano; ma ad accertare ben anche di tal aria il continuo sgorgo attraverso la terra, in un colle circostanze che lo promuovono. Io intrapresi queste osservazioni verso la metà di Settembre del 1780 in occasione di un piccol viaggio che feci in Toscana; e vado ad esporle, e sottometerle al giudizio del Pubblico: esse sono in piccol numero, ma

altrettanto a mio credere, decisive.

Poco ho a dire dell'ispezione del locale, e delle prime apparenze del fenomeno. Pietra-Mala è un piccol villaggio, che si trova alla più grande altezza della strada che mette da Bologna a Firenze. Alla distanza di poco più d'un mezzo miglio al disotto del villaggio sul pendio del monte evvi un terreno come un picciol campo, il quale mirato anche da lungi vedesi coperto da fiamme, che sorgono all'altezza d'alcuni piedi, fiamme leggiere, ondegianti, e di color ceruleo la notte, come s'accordan tutti a riferire gli abitanti di quelle vicinanze: in tempo di chiaro giorno queste fiamme non si scorgono che assai dappresso, e appaiono assai tenui, e rossigne. Nel che può ravvisarsi di già una perfetta somiglianza colla fiamma della mia aria infiammabile nativa delle paludi. Quando io mi trasferii sul luogo il giorno era così chiaro, e il terreno illuminato dal Sole, che punto quasi non si vedeano le fiamme: il calore quello era piuttosto che ne avvertiva all'accostarvisi che un faceva. Io mi trovava insieme a due miei compagni di viaggio<sup>21</sup> e un paesano per guida, il quale rimarcar ci faceva ognuna di tali vampe, mediante il gettare quà e là ne' luoghi particolarmente infiammati, che sono come altrettanti focolari distinti un dall'altro, de' fascetti di paglia, che vi prendean fuoco all'istante. Del rimanente essendo noi molto curiosi, e non lasciando di tentare, e frugare per ogni dove,

---

21 Il Sig. Marchese Torelli Patrizio Pavese Cavaliere di S. Stefano di Toscana, e il Sig. Ab. D. Giuseppe Re Assistente al Gabinetto di Fisica della R. Università di Pavia [V].

non andò guari che tutti avemmo fissati questi falò, o getti di fiamme distinti, quali più e quali men grandi, che non erano poi assolutamente invisibili; perocchè se in qualche sito ci avvenne di abbruciar prima un poco le scarpe che ci accorgessimo della fiamma ivi esistente, questa in appresso, ponendovi occhio più attento, non ci sfuggiva. Cotali fiamme sono quà e là sparse e disseminate per l'estensione di poche tese d'un terreno che resta scoperto, piuttosto leggiero, ed arido, e un poco sassoso; ed occupano segnatamente i luoghi, dove questo si trova visibilmente più raro, e secco. Talvolta cambian di luogo, ma più sovente di volume, quando in larghezza, e quando in altezza; qui guadagnan terreno, e si riuniscono più fiamme insieme, là si ritirano, e si disgiungono: si può anzi sopprimerne alcune, ed ingrandirne altre a talento. Altro non vi vuole per fare sparire le più piccole, che un forte soffio; e per quelle che sono più larghe, basta versarvi tanto d'acqua, che ne ricopra tutta l'estensione; oppure accumular ivi della terra, e rincalzarla, e comprimerla tanto, che più non dia facile passaggio all'aria infiammabile ch'è sotto. Quest'aria allora risospinta sorte in maggior copia dagli altri pertugi vicini, ond'è che da questi come focolari si levan le fiamme più alto: in somma a misura che si sopprimon alcuni de' getti, crescono in forza gli altri. Io mi trattenni lungo tempo a ripetere e variare tali prove, prendendomi soprattutto piacere di far salire le fiamme più alto a varie riprese, mediante il battere de' piedi, e l'aggravarmi sul terreno attorno ad alcuno di tali getti: parendomi che questo

solo bastar potesse a render sensibile l'esistenza di quel serbatoio d'aria infiammabile, che quivi ho supposto; la qual aria se dalle interne cavità già si fa strada da se, e trapela spontaneamente per il terren poroso; è ben naturale che sgorgi assai più copiosamente sopravvenendo quell'esterna pressione, che ajuta a spremarla fuore: non altrimenti che noi la spremiamo nelle nostre sperienze da una vescica, o da un otre riempitone, giusto per offrire lo spettacolo di simili getti di fiamma.

Non voglio lasciare di far osservare, per compiere in tutte le sue parti il parallelo tra l'aria infiammabile e le fiamme di Pietra-Mala, che ogni qualvolta una di queste fiamme, essendosi per qualsivolgia maniera spenta del tutto, viene a riaccendersi, ciò non fa mai senza quella specie di esplosione, che accompagna l'accendimento dell'aria nostra infiammabile, e che è tutta propria di lei. Questa circostanza, di cui ha fatto caso il Barone Dietrich, avrebbe dovuto fin d'allora fargli sovvenire dell'aria infiammabile. «Le piogge e le nevi, dic'egli, non impediscono tali fiamme di bruciare; solamente di gran colpi di vento sono capaci di spegnerle; però per un momento. Se si coglie questo istante per accostarvi un corpo ardente, le fiamme ricompajono con una specie d'esplosione, e si comunicano a tutta la circonferenza, come ad una striscia di polvere». (Op. cit. p. 420).

Si avrà forse difficoltà a persuadersi, che esista sotto questo grande terreno una provvisione d'aria infiammabile così grande, da poter somministrare alimento perenne all'ardere di tante fiamme. Ma se vogliam supporre

che si trovasse altre volte in quel luogo una gran palude, la quale sia rimasta in seguito di tempo sepolta, per uno di quegli accidenti che è facile immaginarsi, sarà anche facile intendere come le sostanze vegetabili e animali continuando a decomporsi vi abbian colà entro lasciato il prodotto della lor aria infiammabile, la quale, ritenuta in quella sotterranea prigione, da cui esala sol poco a poco trapelando dal terreno, non sia per anco tutta consumata: se si suppone, ciò che è ancora più verisimile, che una quantità di materie putrescenti venga continuamente condotta in quella vasta cavità sotterranea (che in ogni conto dobbiam ammettere che vi sia) da alcuni ruscelli d'acqua carichi di spoglie vegetabili, ed animali, i quali vi scolino come in una fogna, niente più vi mancherà per la formazione di quel magazzino d'aria infiammabile, ampio, inesausto, di cui abbiam bisogno. Del resto l'aria infiammabile potrebbe eziandio venir fornita da qualcuna di quelle mine, che ne abbondano, come son le mine di carbon fossile. Ma io amo meglio di credere, che quest'aria sia della stessa specie che ho scoperto ne' fondi delle acque stagnanti e sporche, per la ragione primieramente che cotesta è più comune, e si produce in molto maggior quantità dell'altre, e dappertutto; in secondo luogo perchè la maniera di ardere della nostra aria infiammabile paludosa è simile in tutto a quella delle fiamme di Pietra-Mala.

Se non che qual bisogno abbiamo di ricorrere a supposizioni per concepire la possibilità di questa grande raccolta d'aria infiammabile sotterra ne' contorni di Pie-

tra-Mala, quando l'esistenza sua ci vien provata, e resa palpabile da una quantità prodigiosa di bolle di cotest'aria che scappano attraverso l'acqua di una fontana la quale si trova a picciola distanza dal terreno ardente, che cagiona un grande ribollimento nell'acqua per molte gallozzole, che vengono a rompersi alla superficie, adattando un imbuto al collo d'una caraffa rivolta colla bocca nell'acqua, e piena ella stessa d'acqua, come ho insegnato per cavare l'aria infiammabile dei fossi: si può, dico, raccogliere dell'aria di quella fontana, trasportarla entro a bottiglie convenientemente turate, ed abbruciarla poi a bell'agio quando un vuole; e si può, se vi piace, infiammarla sulla superficie medesima dell'acqua, onde sgorga: ciò che ne fa una vera fontana ardente. Or poichè da questa fontana non corre che un picciolo tratto al terreno ardente, pare che non vi sia, nè esser vi possa alcun ragionevole dubbio intorno all'identità del fenomeno. Nulla di meno passiamo più innanzi, e cerchiamo delle prove più dirette, e concludenti.

Ad oggetto di rendere sensibile il da me supposto sgorgo d'aria infiammabile dal terreno in questione, m'avvisai di spargere delle pagliuzze, ed altri corpi leggieri, là dove la terra mi pareva più leggiera e sollevata, segnatamente in que' luoghi da cui aveva un momento prima a bella posta spazzata via con forte soffio la fiamma: con che ebbi la soddisfazione di vedere che coteste paglie, ed altri minuzzoli venivano commossi, e fatti saltellare dal soffio d'aria (e da che altro mai?) che trapelava dal terreno. Non mi restava più per compimento

di prova, che di raccogliere di quest'aria medesima, e vedere se era veramente infiammabile al par di quell'altra che scappa in forma di bolle dalla vicina fontana, di cui s'è parlato poc'anzi. A questo fine feci scavare delle fossatelle ne' luoghi precisamente occupati da fiamme, e ricolmate quelle d'acqua, con che veniva (com'è naturale) soffocata la fiamma; si videro, com'io l'aveva predetto, salire dal fondo a galla dell'acqua copiose bolle d'aria; le quali per rendere più grosse, e più frequenti, mi misi a frugare col bastone sott'acqua sommovendo la terra, intanto che per raccogliere di tal'aria teneva rivolta colla bocca nell'acqua una bottiglia piena d'acqua con adattato al modo solito l'imbuto. Con simile artificio mi riuscì di trasportare una quantità sufficiente di cotest'aria al nostro albergo di Pietra-Mala, dove feci la prova d'infiammarla in presenza di quelle stesse Persone, che erano state meco sul luogo, che mi avevano aiutato a raccogliarla, e che avevano assistito alle altre esperienze. La fiamma di quest'aria si mostrò azzurra, e lambente, tutt'affatto simile a quella dell'aria infiammabile delle paludi, e della fontana, di cui abbiamo parlato.

Non si può dunque a meno di riconoscere nel fenomeno di Pietra-Mala un'aria infiammabile, che già bella e formata si contiene in un vasto ricettacolo sotterraneo, da cui esce continuamente, facendosi passaggio per alcune crepacce, e pertugi invisibili, ossia attraverso la terra medesima rara e porosa. Tutt'al più vi si potrebbe associare un'altra causa, e attribuire una parte solamente del fenomeno all'aria infiammabile, la di cui esistenza

in quel luogo è ora dimostrata, e un'altra parte al supposto petrolio, o ad altra sorta di bitume; ma bisognerebbe bene essere innamorato di questo petrolio, o bitume, per volerlo a tutti i patti tirar in campo, quando non è mai stato possibile di scoprirverlo, e che altronde non vi è bisogno alcuno di questo soccorso. No, lo ripeto, non v'è il minimo indizio di bitume, nè fluido nè concreto, sparso sopra il nostro terreno ardente: una terra arida, buona parte nericcia, mista a sassi piccioli e grandi, e pochi rimasugli di vegetabili sparsi sulla superficie, ecco tutto quello che vi si trova. Si è fatto caso da alcuni dell'odore di questa terra nericcia, che avean raccolto per esaminarla, ma è facile riconoscere che non è altro che un odore empireumatico, che ha contratto essa terra arrostita dalla fiamma ivi esistente; come succederebbe d'ogni terra, che si sottoponesse alla medesima abbruciatura, salvo che fosse del tutto magra e sabbiosa. Nè maggior caso vuol farsi di quell'odore, che, al dir di taluno, dal luogo di quelle fiamme si spande intorno. Il Sig. Dietrich nel passo sopraccitato dopo aver detto che per prova ha trovato che quella terra non è punto bituminosa, soggiunge «si dee presumere, che l'odor grato, ma leggiere, che si sente quando si è sotto il vento delle fiamme di Pietra-Mala, che alcuni han preso per un odore elettrico, ed altri per quello del belzuino, e che io non ho potuto determinare sul luogo, non è altro che quello dell'acido marino, la di cui presenza è provata dalla mia sperienza». Io crederei, che fosse l'odore stesso dell'aria infiammabile che quando abbrugia è leggiere, e non in-

grato, alterato, se si vuole, dai vapori di detto acido marino, o d'altre sostanze volatili che per avventura vi s'incontrano. Checchè ne sia di tali circostanze puramente accidentali, quando le circostanze più essenziali che accompagnano il fenomeno dei terreni ardenti, i sintomi principali di questi fuochi convengono interamente con quel che ci offre l'aria infiammabile nativa, quando insomma la rassomiglianza è perfetta quanto mai può essere, costretti noi già a ravvisare nell'identità degli effetti l'identità della causa, dobbiamo di questa sola essere contenti, senza andar a cercare altre cause concomitanti superflue non che immaginarie.

Tra questi sintomi uno ve n'ha, ch'io non ho ancora indicato, tanto più rimarcabile, quantochè stando al mio supposto riceve una spiegazione tutta facile e naturale; e all'incontro non può averla che difficilissima, e forzata in ogni altra supposizione. Parlo delle vicende, a cui vanno sottoposte per le piogge e la siccità le fiamme di Pietramala, e in generale quelle di tutti i terreni, e fontane ardenti. I pratici di que' luoghi ci assicurano, che queste fiamme crescono di molto colle piogge. Or non si sa comprendere in qual maniera le piogge potrebbero aumentare il bitume, o il petrolio alla superficie di questi terreni; meno poi come potrebbero favorire la combustione, e l'alzata delle fiamme: pare anzi più naturale che dovessero portarsi via tali materie, diluirle e lavarne il terreno. All'incontro attenendoci alla nostra spiegazione, ben si vede che queste piogge medesime possono, anzi devono per via dello scolo delle lor acque nelle ca-

vità sotterranee, ove io pongo il serbatojo dell'aria infiammabile, aumentare l'emissione di cotest'aria attraverso gli screpoli, e la porosità del terreno. Per conseguenza quanto più copiosi saranno gli scoli d'acqua che penetrano là dentro, tanto maggior quantità d'aria verrà costretta a dar luogo, e scappar fuori per le dette strade. Un'immagine noi abbiamo di ciò nella mia lucerna ad aria infiammabile; perocchè a misura che si apre di più la chiave, o robinet, per lasciar cadere un più grosso filo d'acqua dal recipiente superiore nell'inferiore pieno d'aria infiammabile, la fiamma che esce del tubetto adattati, si fa più grande ed alta.

Terminerò questa Memoria con una breve descrizione d'un apparecchio, ch'io ho immaginato per reiterate simili sperienze a piacimento; poco parendomi l'esempio proposto della lucerna ad aria infiammabile, se non giungeva a rappresentare in altro modo, e con più perfetta imitazione le fiamme dei terreni ardenti. Ho dunque costrutta una grande cassa, che riempio d'aria infiammabile. Nella parte superiore, ossia coperchio, son praticati quà e là de' piccioli fori, e in qualche luogo sonovi dell'aperture più larghe con sopra fili di ferro incrocicchiati, o ramatine adattate: il tutto però è ricoperto da grossa sabbia, pietruzze, festuche ec. con a luogo a luogo dell'erba; per dargli così l'apparenza di un terreno naturale. Le cose in tal modo disposte, io verso dell'acqua con un inaffiatojo (per imitare così anche la pioggia) sopra un luogo di questo artificiale terreno, ove ho accomodato un canale che mette nell'interno del reci-

piente. Tosto che questo incomincia a ricever acqua, l'aria infiammabile costretta a dar luogo scappa dai piccoli fori e attraverso la sabbia, e i mucchi di pietruzze onde son ricoperti: allora gettandovi un zolfino acceso si alza una bella fiamma cerulea, che cresce, o decresce a misura che la pioggia e i rivoletti che scorrono sono più abbondanti, e portan più acqua nell'interno. Talvolta la fiamma si tien così bassa, che rimane nascosta tra i piccoli sassi, e negl'interstizi della sabbia, talmente che si terrebbe per estinta; ma questa fiamma che ci cova sotto è pronta a sorger alta, e farsi vedere, tostochè si versi novella acqua, e ne scorra pel canale nel ricettacolo in copia sufficiente. Non voglio lasciar di dire, che si possono ripetere sopra questo terreno ardente tutte le sperienze, che ho fatte sopra il terreno ardente naturale di Pietra-Mala: si può sopprimere questa, o quella fiamma, impedendo l'uscita all'aria infiammabile, o col bagnare, e comprimere la terra in quel sito, o in altra maniera: si può, formandovi delle fossette, e colmandole d'acqua, far nascere e il ribollimento di essa per le gallozzole d'aria che vengono a galla, e gli altri fenomeni delle vere fontane ardenti ec.

Ecco come sono riuscito a rappresentare le più comuni apparenze, e gli accidenti delle fontane, e dei terreni, seguendo le idee, che fin da principio mi era formato dell'origine e natura di tai fuochi. Una sì perfetta rassomiglianza non dovrebbe lasciar luogo ad alcun dubbio, quand'anche non vi fossero tutte le prove dirette, che dimostrano l'esistenza dell'aria infiammabile stanziante

sotto il terreno di Pietra-mala, e il continuo sgorgo ce ne fan vedere, e rendono per ogni maniera palpabile. E che si ricerca di più per una convinzione? Posso dunque dire di aver bene accertata l'origine di un fenomeno bello e singolare, e di aver assegnata giustamente una delle parti all'aria infiammabile nativa sulla superficie della terra. Chi sa che un giorno non si verificchino anche le altre idee ch'io ho avventurate nelle mie Lettere sull'aria infiammabile, riguardo all'influsso, e giuoco che può avere tal aria al di sopra delle terra nelle differenti regioni dell'atmosfera, concorrendo coll'elettricità alle meteore ignee? Queste idee non sarà inutile l'averle arrischiate, se serviranno almeno a portar più lungi le osservazioni e le sperienze.

## **APPENDICE**

# **OVE PARLASI PARTICOLARMENTE DEI FUOCHI ARDENTI DI VELLEJA**

Ho avuto occasione in un giro da me fatto lo scorso Maggio in compagnia di altre dotte persone, e delle naturali cose singolarmente studiose, di osservare le fiamme d'un altro terreno ardente; le quali ho riconosciuto essere dell'istessa natura delle già descritte di Pietramala, e subire le stesse vicende: cioè null'altro essere, che aria infiammabile sorgente copiosamente in alto attraverso una terra secca, e screpolata, sprovveduta di qualsiasia bitume. Questo terreno ardente si trova alcune centinaia di passi solamente lontano dalla famosa città di Velleja già da molti secoli sepolta, e scopertasi ha pochi anni nelle montagne del Piacentino. Siccome a quello di Pietramala, così pure a questo di Velleja si dà nome molto impropriamente di vulcano: ciò che potrebbe farlo incolpare dell'eccidio di cotesta antica nobile città. È però da osservarsi riguardo al primo, che non v'ha in tal luogo il minimo vestigio di eruzione, nè alcuna produzione vulcanica vi s'incontra; e riguardo alle rovine, la semplice ispezione locale ne mostra che un

pezzo di montagna argillosa, come son tutte quelle che ivi sovrastano, soggette a smottare, lasciata si giù d'improvviso, oppur anche successivamente, ha riempito di terra, e coperto la città in un colle vicinanze. Simili frane, o scoscendimenti di terra sono frequentissimi in tutta quella catena di montagne argillose, o margacee, e chiamansi dagli abitanti *libie*, o *lavine*. Se ne veggono quà e là di recenti, e vestigi ne rimangon dappertutto. Ci fu anzi mostrato un luogo distante men di due miglia da Velleja medesima, dove rimaser sepolte, non son che tre o quattr'anni, alcune case. Or sul luogo propriamente della Città anch'essa sepolta trovasi un ampio rialzo di terreno, che non siegue l'andamento delle altre montagne, ma è gettato di traverso, e che dechina verso un torrente chiamato *Chero*. Il sito delle fiamme trovasi verso il fine di questa china, direttamente sotto Velleja, e assai vicino al nominato torrente.

Non posso a meno di far quì una riflessione. Parlando dei fuochi di Pietra-mala affatto simili a questi, e convenendo aver ricorso a qualche supposizione per intendere come tant'aria infiammabile potesse colà trovarsi raccolta in vaste cavità sotterranee, quanta se ne ricerca per somministrar l'alimento continuo a tali fiamme, la prima idea che mi venne alla mente, e che proposi per la prima, fu quella di una palude, e di un ammasso qualunque di sostanze vegetabili, od animali, rimasto sepolto per una di quelle rivoluzioni, che è facile, io dicea, d'immaginare: il disfacimento di quelle sostanze sepolte sappiamo qual prodigiosa quantità d'aria infiammabile

produce. Or quì per il terreno ardente di Velleja una tal rivoluzione non ho più bisogno di proporla indovinando, non è supposizione o congettura, ma fatto certo, di cui esiste un monumento pur troppo parlante.

Eran due i luoghi, da cui s'alzavan le fiamme, e fiamme ben alte e veementi, quando noi li visitammo; un vicinissimo al torrente, l'altro alcuni passi più in su; quello piuttosto ristretto, questo considerabilmente più ampio. Ci disser le persone che seguivano accompagnandoci, tralle quali il Parroco del luogo, uomo di molta intelligenza nè ignaro di Fisica, che non sempre ardono ambedue, sendo soggetti a spegnersi, singolarmente il più picciolo; ma che si riaccendono tosto al gettarvi sopra un solfanello, un mazzetto di paglia, o qualsivoglia altro corpo acceso; che il vento piuttosto che la pioggia li spegne; che questa anzi d'ordinario fa sorgere le fiamme più alte; finalmente che il più picciolo di quei terreni ardenti, che è più abbasso, rimane soventi volte coperto d'acqua; e che allora sorgon da essa copiosissimi gorgogli, che la fan tutta ribollire, sebben si senta fredda tuffandovi la mano, come ogn'altr'acqua. Tali gorgogli, ci diceva il nostro bravo Curato, sono gorgogli d'aria, che si può con un cerino infiammare a pelo dell'acqua medesima, e si può anche raccoglierla in vesciche per mezzo d'un imbuto, com'egli asseriva aver praticato più d'una volta ed accenderla quindi a bell'agio spingendola contro la fiamma di una candela. Tanta è la copia, soggiungeva, di quest'aria che scappa fuori dall'acqua, ch'io vorrei provarmi a riempire un pallone aerostatico,

se l'avessi, sicuro di riuscirvi in poco d'ora.

Troppo ci avean detto, perchè dubbio più rimaner potesse intorno alla natura di questi fuochi. Ma anche prima di tal relazione da quel poco ch'io aveva sentito raccontarne in confuso, e dall'esempio di quelli di Pietramala, era più che persuaso che procedevano anche questi da null'altro che da aria infiammabile, cui per raccogliere aveva portato meco da Pavia e boccie e imbuti.

*Volta accenna poi alle varie esperienze fatte a Velleia, e che corrispondono presso a poco a quelle istituite a Pietra-mala. Accennato poi a coloro che ricercavano il petrolio in vicinanza a queste emanazioni gassose, passa alle seguenti notevoli osservazioni:*

Poniamo ora il caso che quella nostra terra di Velleja avesse realmente fornito del petrolio, in vece che non ne ha dato nè punto nè poco, certo i suoi fautori, i sostenitori dell'antica comune sentenza avrebber menato festa, avrebbero se non relegata del tutto la mia aria infiammabile, poichè la fo vedere e toccare, lasciata almeno in disparte, poco o nulla concesso avrebbero a quella, e tutto al diletto loro bitume: senza forse cercare se tale terra ne conteneva abbastanza per somministrar l'alimento alle fiamme di cui si tratta; senza troppo badare se dette fiamme rassomiglino a quelle del petrolio, o piuttosto a quelle della mia aria infiammabile. Io però avrei fatto loro rimarcare, che nel luogo medesimo ove ardon le fiamme, non si trova neppure la detta terra

nera, bensì una terra arida e secca mezzo calcinata; che quelle fiamme non dan fumo nè fuliggine sensibile, e quasi nulla odore, quando all'incontro il petrolio, siccome ogn'altro bitume, produce fiamma molto fuliginosa e fetente. Dovendo pertanto convenire che non può essere il petrolio in sostanza che bruci a fior di terra, o entro la medesima, sarebber ricorsi ai vapori di esso provenienti da maggior profondità. Ma è forse il petrolio volatile come gli olj essenziali delle piante? Anzi no. E poi: o questi vapori sono condensabili, e rimaner dovrebbero nell'acqua quando vien allagato il terreno che li tramanda, e soprannotarvi offerendoci uno strato di petrolio, il che non si osserva, o non sono condensabili, ma permanentemente elastici, tal che scappano dall'acqua in forma di gallozzole, che è quello che si osserva di fatto; ed ecco, ripiglio, un vero fluido aeriforme, ecco la mia aria infiammabile. E che m'importa in fondo, quando è provato che ivi esiste, e che dessa è che arde, d'onde provenga? Io stesso non ho io attribuito sempre l'origine dell'aria infiammabile, che chiamo nativa, alla lenta decomposizione delle sostanze vegetabili ed animali, di que' corpi insomma dai quali anche per distillazione si ricava una simile aria? Tra questi corpi son certamente gli olj, e i bitumi. Che anzi opino essere appunto la parte oleosa delle anzidette sostanze vegetabili ed animali, o la sola, o la principale che fornisce, tanto col processo naturale quanto coll'artificiale, l'aria di cui si tratta. Non escludo io dunque il petrolio: esso, come gli altri olj, come ogn'altra sostanza infiammabile, può de-

componendosi produrre aria infiammabile; e quando quella, che si trova in quantità strabocchevole sotto i terreni ardenti di Pietramala, e sotto quelli di Velleja, di che non v'è più luogo a dubitare, fosse così prodotta, vorrebbe dirsi per questo che è petrolio quel che ivi arde, e fiammeggia? A questa maniera quando io accendo l'aria che proviene da uno stagno, sul cui fondo trovansi legni, ed erbe infradicate che l'han prodotta, potreste dire che sono i legni, e l'erbe che dan la fiamma che vi fo vedere, ma chi ha sano senso, chi non ama la confusione, distinguerà l'ardere immediato di tali corpi, e l'ardere dell'aria infiammabile già estratta da essi, e raccolta a parte.

*Volta poi chiude la sua narrazione con alcuni accenni alle ulteriori esperienze fatte con le arie di Velleia che aveva portato al suo laboratorio a Pavia.*

*L'ultima parte del Memoria riporta delle notizie fornite al Volta dallo Spallanzani su un viaggio che questi aveva fatto nel 1783 alle Salse di Sassuolo, e precisamente a quella di Montegibbio (della quale descrive un'eruzione) ed alla Salsa di Querzola, visitata anteriormente. Accenna così all'aria infiammabile ivi trovata, e che, secondo Volta corrisponde alla sua aria infiammabile delle paludi.*

*Lo Spallanzani nei suoi citati Viaggi alle due Sicilie etc. parla delle salse ai cap. 41 e 42, ed in essi riporta questa parte che aveva già fornito al Volta, dando poi ulteriori dettagliate notizie.*