# RAFFAELLA SELIGARDI (\*)

# Luigi Galvani e la chimica del Settecento (\*\*)

## Luigi Galvani and 18th-Century chemistry.

Summary - An almost unknown supect of Luigi Gulvani's scientific activity is represented by his chemical researches on airs. Reveneer 1783 and 1785, i.e. in the same years of his first experiments on animal electricity, Gulvani studied the different klads of gases extracted from solid (muscles, nevers, etc.) and fluid blood, milk, bile, etc.) similar pairs. In these years he presented to the Academy of Science of Bologua 6 memoirs on this sublect, the musuccitos of which are now keep in the Academy Archives.

Even if he knew something about Lavoisier's new theories, Galvani followed the

phlogiston theory and frequently quoted Priestley in his writings.

The aim of these chemical researches was not to find out the chemical composition of thing bodies. In the investigate the principle responsible for muscular motion and, in of thing bodies, but to investigate the principle responsible for muscular motion and, in Middle Bon, who followed the theories exposed by Scheele in his Tariet thinnings of the exposed by Scheele in his Tariet thinnings of the exposed by Scheele in his Tariet thinnings when the concept of searches was final-functional, nor in a Newtonian sense, but as a subdet concept of searches was final-function, nor in a Newtonian sense, but as a subdet was not the same as philipatron and not be describ final, and perhaps responsible for life.

was not the same as pracegation) and to the sectric fund, and perhaps responsible for life.

The study of Galvani's manuscripts shows that he was a careful and meticolous experimenter, but not an original scientist from the theoretical point of view. Galvani

used chemistry as a tool, as a discipline upon which he based his physiological concepts.

The chemistry of principles, in fact, provided Calvani with likely analogies between the various fluids that pervaded the world (heat, light, phlogiston, electricity, etc.) and the fluids belonzine specifically to the living bodies.

Avvertenza. Nella trascrizione dei manoscritti galvaniani sono state apportate alcune modifiche non sostanziali alla grafia e alla punteggiatura, al fine di rendere più scorrevole la lettura del testo.

<sup>(\*)</sup> CIS - Università di Bologna, via Zamboni 31, 40126 Bologna, Italia. e-mail: seliga@alma.unibo.it.

<sup>(\*\*)</sup> Relazione presentata al VII Convegno Nazionale di «Storia e Fondamenti della Chimica» (L'Aquila, 8-11 ottobre 1997).

### INTRODUZIONE

Tra i manoscritti galveriani consecuti all'Accademia delle Scienze di Bologaratano sia none di laboratorio che un abozoo di tratturo sistematio rispata dante la quantià del gradita dell'accade na dalle varie parti animali, solde e funda. Gantani compi dell'accade nel cono degli anni 90, opportatto nella rispata di sono di consecutiva di consecutiva dell'accade nel sono della mani 90, opportatto nella ristano si sotto, di solici di sono di sono di consecutiva di contralazione si sotto, fisalenti alla otteso periodo, calli elettricità animale, ci che portanono, nel 1791, alla pubblicazione del famoso De sirriosa electricitatta in musta muscalari Commentarios.

### LE MACCHINE

Per i suoi esperimenti Galvani utilizzò un apparato progettato da uno speziale originario di Bassano del Grappa morto circa nel 1790,! Francesco Viero, e costruiti dal «valente Macchinista Bolognese» Antonio Farioli. Viero pubblicò la descrizione e le tavole dei suoi apparati nel 1788 a Bologna, affermando che

serudo con Ile marchine] avux la sorte d'esser vedite da vari coccilioni Profusori di Abogonel. Cone esteri hamo avux auche la fortuna di riporture la loro approvazione. Mi reco ad onore di potre tra questi nominare il Sig. Conte Menozzo Vicepresidente della Recod. delle Scienne di Tonio, e al P. Sealla colcular Profusore di Tinio in Under, e tra Bologonei i Signosti Dottori Pozzi, Versatt, Azzogonidi, Galvania, Gentili, Busuelli, Marchit, nomi ben no anche fonti Dologoni, adventi de quali Soggetti in hamos sudeito avere la complatenza d'impignat genere unit compiatore della compiatore della contra della cont

Le macchine di Viero servivano ad estrarre l'aria dai corpi liquide per mezzo del fuoco e della congelazione, e dai corpi solidi per mezzo del fuoco. Viero descriveva poi un metodo per saturare l'acqua di aria fissa, sulla scia di ciò che swevano pubblicato Priestley e Sigaud de la Fond<sup>4</sup> in merito, e un authonorero al aria nitrosa.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Ringrazio il prof. Virgilio Giormani, che mi ha fornito alcune indicazioni biografiche su Viero.

<sup>1</sup> Visio, Fasscesco, Descrizione d'un apparecchio di macchine per cauare e maneggiare le arie generalmente dette fine, Bologna, Istituto delle Scienze, 1788, p. 6.
3 Indiem.

A DEMITER, JOSEPA, Abhalire d'impregner Elas d'airtine, et de hi communiquer la propérité de l'one de Pyrmone, et de vouces le Essa miérales, qui sour consens sous le nom et d'acidade no Aérienness, in Obernations sur la Pépsique, Agonos 1712, pp. 323-331; SOALD LA FORD, DORTH ACKONE, Essa in dell'éfentess capité au Ériq De Paris, Guerfielle, 1728 factore delle l'an Description et suage d'un cabient de physique experiennatie, Paris, Gueffiel, 1734 (2) ed.); In D. Queste que exem present nella bibliorec dell'étitom delle Sentie d'illegit de l'acidade del sentie de l'acidade del sentie de l'acidade del sentie del sentie de l'acidade del sentie del sentie de l'acidade del sentie de l'acidade del sentie de l'acidade del sentie del sentie de l'acidade del sentie de l'acidade del sentie del

Nei manoscritti galvaniani troviamo la seguente precisazione riguardo all'apparato di Viero:

Questo apparecchio è differente da quello di Priestlei (sic) nella materia dei tubi ne'

quali si pongono le sostanze, e ne' recipienti, ove raccogliesi l'aria.

In quello di Priestlei, i tubi sono metallici, e di conseguenza non immuni dal sospetto di potere somministrare materie flogistiche, infiammabili, le quali poi falsamente potessero attribuirsi alle sostanze esaminate. In questo, i tubi essendo di terra cotta, da un tale sospetto è immune, o almeno non ad esso sottoposti come in quello. [...]

Nell'apparecchio da me usato, allo incontro, i recipienti, come ho esposto, sono vasi di vetro, l'apertura de' quali puossi, ad arbitrio, e chiudere, ed aprire, e quindi quella quantità che piace raccorre, o espellerne.5

#### GALVANT E LA CHIMICA DELLE ARIE

Parallelamente alle ricerche del professore di fisica all'Istituto delle Scienze di Bologna Giuseppe Veratti (1707-1793), Luigi Galvani si propose di rintracciare le arie nelle varie parti animali: mentre a Veratti interessava l'aria fissa nel senso «classico» di CO2, a Galvani interessava l'aria fissa, cioè fissata nei corpi, ma di tipo infiammabile (CH, o H.). Galvani tra il 1783 e il 1787 ripeté eli esperimenti di Joseph Priestley, ai quali ne aggiunse di originali.

Galvani nutriva un grande interesse per la chimica: nella sua biblioteca personale, forte di circa 340 titoli, una cinquantina erano di chimica o di arvomenti relativi ad essa, tra i quali segnaliamo le opere di Antoine Baumé, Tobern Bergman, Antoine François Fourcroy, Stephen Hales e Carl Wilhelm Scheele, nonché la traduzione di Vincenzo Dandolo del Traité élémentaire de chimie di Antoine Laurent Lavoisier. Inoltre erano presenti opere a carattere locale, come, per esempio, la memoria stampata anonima dal bolognese Ferdinando Bassi, Delle terme Porrettane, nel 1768, e qualche opera di materia medica e di farmacia.6

Questo dimostra che Galvani era molto interessato alla chimica e anche abbastanza aggiornato; tuttavia non adottò mai le nuove teorie chimiche di Lavoisier e tantomeno la nuova nomenclatura.7 Le ricerche degli anni '80, dunque, sono tutte inquadrate nella cornice di riferimento della teoria del flogi-

<sup>3</sup> MSS Galvani, Cart. I. plico I. C., Cap. 2º: Dell'apparecchio, e metodo asato per estrar col fuoco l'aria fissa dalle varie parti animali, sua utilità, e forza, ff. 3-4.

<sup>6</sup> BRESADOLA, MARCO, «La biblioteca di Luigi Galvani», in Annali di storia delle università italiane, vol. 1, 1997, pp. 167-197. Ringrazio il dott. Bresadola che ha portato la mia attenzione sui manoscritti chimici di Galvani e col quale ho avuno un proficuo scambio di opinioni <sup>2</sup> Si legga per esempio la Memoria presentata all'Accademia da Galvani il 27 aprile 1797

sopra l'azione delle metiti nel corpo animale: Gazzon, Lence, «Coria della dissertazione letta all'Accademia (...) nella sessione del 27 Aprile 1797 il cui autografo donato dal peof. Gherardi si conserva in Atti», in Memorre della Accademia delle Scienze dell'Istituto di Boloma, serie II. vol. X. 1870, pp. 478-482.

sto, con frequenti citazioni da Priestley. La sua opera non compare nella biblioteca privata di Galvani; tuttavia essa era presente nella biblioteca dell'Istituto, inoltre varie menote di Priestley venivano pubblicare nelle Observations sur la physique, edite a Parigi dall'Abate Rozier, e in italiano sugli Opascoli scelti sulle scienze e sulla era, che Galvani possedeva.

#### I TOST

### A. II «trattato» sulle arie

Si compone di 8 capitoli. Il primo contiene le definizioni di cosa Galvani intenda per aria fissa.

Per aria io intendo un fluido sottile trasparente, asciutto, conantemente elastico, con cui si uniscono, si legano, e si amalcamano gl'altri fluidi e principi sottili. Un tale fluido esiste si nella atmosfera, di cui sembra riempire la massima parte, che

in tutti i corpi. Nell'atmosfera sembra riempire nella massima parte; è atto alla respirazione, ed alla vita della fiamma; i vari principi e fluidi che ha seco legati sono inservibili (alla respirazione).

In the state is to chains out a morferier.

Né copi poi, cu pile oujetante don réport, e nell'estita da medestini seco non trae Né copi poi, cu pile oujetante sono no me me consistente de la consistente de modernis esco conduce qualche principio che semisfimente si manifesta; se è più qualmonte stata di neplanto del consistente de la consistente del consistente de consistente del consistente del consistente de consistente del consistente

Tali principi poi, che seco reca l'aria fissa nello svilupparsi dai corpi e che sensibilmei in lei si manifestano, e [che] le tolgono l'essere egualmente atta alla respirazione ed alla fiamma che l'aria struosferica, sono vari. I più ra questi sono un acido, e questo

di varie specie, il flogisto, un principio infiammabile.

Giusta la varietà del principi ella può chiamarsi aria fissa acida, aria fissa flogisticata, aria fissa infiammabile, o pure lasciandovi il nome generico, che già manifestando
essa tali principi ci si sottintende, per maggior comodo, e brevità, chiamarla solo acida,
flogisticata, infiammabile.

L'attività poi alla respirazione (e) alla fiamma può nell'aria fixsa derivare da quella atmosferica o per difetto, cicè assai meno sostenendo la respirazione, e la fiamma che l'aria atmosferica, o per niuna maniera sostenendola, e tali sono le accunatte arie, o per eccesso, cicè sostenendo la respirazione, e la fiamma assai più lungo tempo che l'aria atmosferica, e tale si è quell'aria che chiamano i fistici deflogisticato.

[...] L'aria adunque fissa in cui si manifesta un acido, e questi vitriolico, quella sola si è che i fisici chiamano aria fissa, trovandosi quasi costantemente in tutte le arie sviluppate dai corpi questo principio acido, che secondo loro è l'acido universale dominante, cioè l'acido vitriolico.

Io non ripugno questo, che si ritenga questo nome, e sono ben lontano dal voler introdurre oscurità e difficoltà colla mutazione dei nomi in una materia tanto di parte medesima oscura, e difficile, ma tutta volta parrebbemi che fosse più acconcio il servirmi del nome dista fina nel seno generio da me esposto, che del nome poi specifico, giane il principio che trovai, cod dito, mentre rella da site, giacome chiamen i fina interiora quali si nel distanta di sono di sono chiamen i fina interiora quali si nel distanta di sono conserva l'acido nimoso, perché con pertobest infini minimate i l'acido virisolo dono mon il nome generio d'asia di minimate i l'acido virisolo dono mon il nome generio d'asia fina, che può competere a tutte l'alre sair, ma pintoto quello di verisolici (2) A me sensiba che la con di questa mariera procedese con maggior redine, chiareza, e forre più giata, ritrovandosi alcune apocie d'asia fina, como per esempio l'alcalia, la dellogi-siste, arle quali con inna cido, dal mora anoma semolite di e trivisi.

[...] Comunque però vogliansi denominare le arie acide, sembra a mio credere troppo necessario il nome generico d'aria fissa, che 1000 di sé comprende l'aria qualunque, che prima fissata, e legata, si nitrova nei corpi, poi per altri mezzi se ne sviluppa, qualunque siano i principi che ella contiene.

Espone poi le caratteristiche delle varie arie:

1) aria acida generica (CO2);

2) aria nitrosa (NO<sub>2</sub>); 3) aria floristicata (N<sub>2</sub>);

ha seco un principio dominante, chiamato flogisto, il quale, qualtunque sia, la rende insbile alla respirazione, alla fiamma, e all'essere assorbita dall'aria nitrosa.

[...] Ella si forma unendo all'aria atmosferica il principio chiamato ilogisto naturalmente, come, per esempio, nella respirazione; artificialmente, come colla fiamma, colla bragia, col fegato di zolfo tenuti entro di un dato volume di aria racchiusa, colla scintilla elettrica apolicata alle calci metalliche entro parimenti dato volume d'aria racchiusa.

[...] Questo principio adunque sembra quegli che singolarmente tolga all'aria perspirabilità, e in conseguenza quella parte di salubrità della medesima che dipende dalla perspirabilità che sembra certo la maggiore, ma viene anche vie più dichiarato questo tale principio per rapitore della perspirabilità dell'aria."

4) aria deflogisticata (O<sub>3</sub>):

Se dunque questo principio qualunque detto flogiato è quegli che toglie all'aria la pespisfabilità, ne viene, per conseguenza, che core l'aria ne sia o priva affatto o ne abbia sassi meno che l'aria samosferica, clia sarà più perspatibile, e più salubre di essa armosferica. Tale aria chiamssi deflogiaticata, la quale in conseguenza sembra altro non essere, che mi'aria sin inva. e niò nièvi si di sussen oriacioli, detto flosisto. Che l'armosferica.

Una tal aria si sviluppa, e si espelle naturalmente dalle piante; si trae dal residuo della calce metallica, da cui l'aria nitrosa si è estratta, e dalla terra cotta, e dal foco solo

fasi passando per certi corpi.10

5) aria infiammabile (H<sub>2</sub> o CH<sub>4</sub>).

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> MSS Galvani, Cart. I, plico I, B, Cap. 1<sup>a</sup>: Dell'aria atmosferica dell'aria fissa e sue varie specie, ff. 1-9.

<sup>9</sup> Ibidem, f. 13.

<sup>10</sup> Ibidem, f. 14.

Galvani esaminò le arie estratte dall'apparato di Viero vuoto, come controllo, e ai pose il probolbema se i principi contenuti in queste arie fossero formiti dal fuoco, o dai recipienti. A tale scopo Viero e Farioli, sotto la direzione di Sebastiano Canterzani, segretario e professore di fisica sperimentale all'Istituto, feccro l'experimento usando un tubo di verto invese che uno di terracotta.

Galvani espose i risultati concludendo con un brano che merita di essere

riportato estesamente:

Da questo esperimento sembra potresene dedurre che il facco somministra un principio vedante tenutismo, che al legato fisicio con cado finisiono e coll'aria pura, ca, tiche cada ognitivo straniero principio, passa pei pori dei corpi, c'imo per qualili divto, c che quindi fore le mobre bollode d'atta, che vegatimo estiransi dal fididi, che holloso, non appartenghino tutte ai medenini, ma in gran parte al detto principio, legato agli arbi che, colo di ralco di finisiono. cal arria purissiono.

Se tale raciocinio e tal congettura è giusta, ne verrà per conseguenza che il principio qualunque, che rende l'aria fissa, estratta per mezzo del fusoco col proposto metodo, fogisticata, apparterrà alle sostanze collocate nei tubi, e che alle medesime pure spetterà

quel principio qualunque che la rende infiammabile

L... De questi perché esser non potenble quel modesimo transismo principio de conquinto all'asido al diris parte finissima continuele l'aido deligolatica. Il quale legan o quella parte più finis fornames il flogisto, e ne continuire i curatteri, e perché injudico que l'accide copia cancilo enui, e in conseguenta non atte a ricoverne molta, le particolo della continua closus separamboli della medesime, non continuirea alcuna boca, ne finimana reconde che un picco de la continuirea della medesime, non continuirea alcuna boca, ne finimana producera della continuirea della medesime, non continuirea alcuna loca, ne finimana producera della continuirea della media della medesime, producera l'accessione e la finimana [2]. Perché il medesimo principie e molto menes a produmer l'accessione e la finimana [2]. Perché il medesimo principie in maggior producera più ricove, del montrei agnita di parti deles più ricase, in maggior coli, appunto perche più ricase, cel in conseguenza più riciche di materia attra a tratterer un maggior numero delle minime ne parti, ello perché, dissi, il medesimo principio in maggior coli, sono più impote, e forsa, alc dette parti crasse unito, si separame chia dette me mediana, non porrebbe cerito me a l'accessione, e la finima [2].

[...] Ma quale zará questo princípio sottilisaimo somministrato dal fuoco, io sono ben lontano dal poetalo conoscere. Ma perché non potrebbe agli estere un solo principio, temússimo sparso per l'universo il quale secondo che differentemente è combinato formi il fuoco attuale, l'elettrico, la luce, il calore [2]. Questo si voglia chiamarsi etere, per indicare un principio solo, sottilisatmo, cattodio, (s lparso per tutto l'universo, io non

ripugno punto.

Ma qualunque sia e qualunque voglia chiamarsi questo principio, che congiumo a parti oleose tenui produca il Ropisto, congiunto a parti oleose crasse il principio in-fiammabile, sembra che, acciò (che) el una tate unione, ed i fenomeni dipendenti dalla detta si abbiano, sia necessario vi concorra anche l'aria come un componente ed un comune vincolo di tutti questi principi.

Stabiliti questi principi, e stabilire quelle varie combinazioni e del d.o principio, o se dir vogliamo dell'etere, e dell'aria, ecco una idea nuova ma, se non erro, più chiara e

meno ipotetica dell'aria deflogisticata, flogisticata, infiammabile.

La deflogisticata adunque sarà un fluido sottilissimo composto d'etere, d'aria purissima, di acido. Flogisticata un fluido sottilissimo composto d'etere, di aria, di acido, e di parti tenui

Infiammabile un fluido sottilissimo composto di etere, aria, acido, e di parti oleose

Ma lasciamo da parte queste ipotesi.<sup>11</sup>

Galvani quindi passa a esaminare le arie estratte da: latte, sangue bovino, sangue umano «naturalimente densato», sangue umano essiccato a calore di stufa, sangue umano ratto dalla vena e cotro immediatamente nell'acqua bollente, «muco o cotenna del sangue», siero del sangue umano, «pringuedine», bile saliva, sene, albume d'uvoo, rofio, orina, e sterco.

Le analisi sono standard: la sostanza di partenza viene presa sempre nella

quantità di tre dramme; si analizzano poi qualitativamente:

— la quantità e il tipo di vapori (forza e colore) che si sprigionano, durante l'estrazione dell'aria dalla sostanza, all'interno della campana di vetro;

— la proprietà o meno da parte delle arie estratte di virare il tomasole, e l'in-

tensità con cui lo fanno;

— la proprietà o meno di estinguere la fiamma e la prontezza con cui ciò

avviene;

— l'infiammabilità, e il tino di fiamma prodotta (forza e colore);

la solubilità in acqua e le proprietà dell'aria residua dopo l'assorbimento;
 infine viene pesato e analizzato il capo morto, cioè il residuo solido (si cerca

di stabilire quali tipi di terre contenga). Non viene fatta la prova della precipitazione dell'acqua di calce.

Per quanto riguarda i fluidi animali, Galvani fu particolarmente stupito dalla differenza di risultati tra tuorio e albume dell'uovo di gallina. L'aria del tuorio risultava essere molto più infiammabile, il che fece scrivere a Galvani:

[...] sembra [...] esservi nell'aria del torio d'ovo una materia più fana, più volatifa dio cost, più creace, de in tuti g'immorti fin qui esaminati, e che mill'altimum emelezimo, es ec coi è sarà verosimile che l'albume dell'ovo noministri bena all'embrione la prima mesca materia animale, atta a formare le sue parti solde, ma non la parte spiritou e a volanile la quale sembras, possi la verità delle accennate congetture, ed attesi li nostri esperimenti, venitali all'embrione inspolamente dal torio d'orie.

Nasce forse egli di qui la ragione per cui a rinvigorirei languidi o a rinforzarei inferni untro giovano i rossi d'ova, si poco l'albume. Così pure dissi più fina e più attrua cioè più inimunute, perché comporta delle detre parii l'apiù sottili, più onogene meno flogistiches), e in conseguenta più ricca, in una data massa, di parti di quel tensistimo attricismo principio universale, da not chianatro ctere, o fucco elementare. Il

<sup>11</sup> MSS Gabrani, Cart. I, plico I, C., Cap. 2º: Dell'apparecchio, e metodo usato per estrar col fucco l'aria fissa dalle varie parti antinati, sua utilità, e forza, ff. 10-12.
12 Biodem, ff. 41-43.

Nel capitolo successivo passa all'esame dei solidi animali. Si propone di analizzare: nervi, arterie, muscoli, «chilare», tendini, cartilagini, ossa, «glandule», visceri, cioè: cervello («corticale e medallare»), cuore, polimoni, fepato, pancreas, milza, reni, «i reni su centuriati», le «glandule conglubate e le conglomentae.»<sup>10</sup>

In generale, le arie e i principi estratti da queste sostanze solide sono gli stessi ottenuti dalle parti fluide animali; tuttavia Galvani scrive di aver ottenuto una maggior quantità d'aria dalle ossa, poi, decrescendo, dall'aorta, dal midollo

spinale, dai tendini e dai muscoli.

Da qui

Chiaro parimenti apparisce [che] dall'aria come aria pura, e dirò così primogenea, odipendono le foree, e i moti animali, avendone una maggior copia come si è detto le ossa immobili, che i mascolò istrumenti del mono. Il

Anche i tendini danno meno aria rispetto ai muscoli, quindi anche se l'aria avesse parte nel moto, deve averla «in compagnia di qualche più fino principio».

Per quanto riguarda il principio acido, in ordine decrescente si ritrova nei muscoli, nei tendini, midollo spinale, aorta, ossa. Quindi, l'acido più fino e più penetrabile è quello dei muscoli e dei tendini.

Per quanto riguarda il «flogisticamento», Galvani scrive che solo l'eudiometto è uno strumento affidabile per rilevarne il grado, in quanto con la prova della fiamma della candela si è empre passibili di introdurre setraniero flogisto», proveniente dalla candela stessa o dall'aria circostante. Tutte le arie delle parti animali sololie si sono dimostrate flogistica.

[...] e in consequenza conchiodiano, che tutte le parti si tolde, che finide con-reagone siones un principio acido, coi un fingitiro, e de in conseguenza qui è quoi fingitiro un principio, che entra nella compositione dell'aminale, e di sui attesta la sotti-licaza, ed attrivis si as hamos a ponduri vari effenti, e amplianori nell'occurati attriuri pei quali egli non poò, non influir molto siccome nella vita, e nella santis, coil nelle maitatte e nella morte.

Per quanto riguarda il principio infiammabile, lo si ritrova in maggiore quantità nell'aria estratta dai nervi; in minore quantità nei tendini.

E in quanto all'usinos i nerri ministri del mono, e del senso pareva cento dovenaero contenere un principio spopuno più tenze, più velacile, e in consequenza, più veloco contenere qualitario nel mosi e le ouerrate qualità para della lora state e lo mostrata tair, ense arribbero cominiciota o modello sensibile e mostificate, che continuis tratta tair, ense arribbero cominiciota o modello sensibile.

Sensibilità della disconsistata della disconsistata della disconsistata di modello sensibilità con altra con in parte quell'intido qualunque del nerri deno finitio nervo, o quitti minimi astro del nono ce del senso.<sup>18</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> MSS Galvani, Cart. I. plico 1, D. fasc. 1, Cap. 4°: Copia, e qualità dell'aria estratta dalle sorie parti arimali solide, f. 2.
<sup>36</sup> Bibdem, f. 4.

<sup>15</sup> Ibidem, f. 11v.

<sup>16</sup> Ibidem, f. 14s.

Ma anche se non fosse, continua Galvani, esperienza dimostra che unito alla sostanza dei nervi sta «un principio sottile, che o è fuoco elementare, o è combinato e legato col medesimo». Ricordiamo che, per Galvani, fuoco elementare e etere erano sinonimi.

Nello tesso plico di manoscritti si trora un muovo capitolo 4", in cui ricomincia la numerazione dei fogli, initiolaro: «Copia e qualità dell'aria fissa dell'aria fissa avanza un'analogia attiva dei controlle commune». Qui Galvani avanza un'analogia tra todo d'avoro e nervi, perchi estrambi, per secoji divensi (funtrizione e »primiera vitas l'uno, moto e senso gli altri) contengeno un princinio scrifissimo infiammabile:

Quindi è manifesto che Galvani non intendeva il flogisto come principio di infiammabilità dei corpi, come molti scienziati dell'epoca ritenevano. Il flogisto per lui era un

principio atto giasta l'opinione de' moderni fisici atto [sic], a togliere la vivezza della fiamma e a somministrare in qualche parte il color ceruleo [...] l'infiammabile principio, ed il flogisto ponno essere nell'aria sviluppata uniti senza, che l'uno turbi l'azione dell'altro, quando l'accensione si faccia ad aria aperta. <sup>38</sup>

In definitiva, la proprietà specifica del flogisto, in senso galvaniano, era solo quella di togliere all'aria la sua respirabilità.

I capitoli riguardanti l'aria estratta per mezzo della bollitura e della congelazione sono andati dispersi.<sup>19</sup>

Infine, sego di manti casperio.

Infine, sego el capitolo sull'aria extratta per mezzo della putrefazione, 
di quale risportamo le conclusioni dai corpi a putrefazione protenta l'aria estratuquale risportamo le conclusioni dai corpi a putrefazione protenta l'aria estratuche l'avera inovata sempre nocival, ma molto nociva a fine putrefazione, quindi
che l'avera inovata sempre nocival, ma molto nociva a fine putrefazione, quindi
nache la dellogizionaza linothe non sulo le piante, l'ancella o i instir contençano
questa six, ma anche gli animali. Secondo Gabrani, la putrefazione valu atmo
conce il fineo per però avoluppa estraturbo le suir filma e dellogizionali. Infine, il
fetore non va di pari passo con la salubrità, quindi l'aria e l'effluvio odorifero
sono due reficiali distirii e uniti.

In una bozza di dissertazione che riassume questo «trattato», Galvani nota che il principio infiammabile esiste e circola negli animali assieme al sangue, quindi

<sup>17</sup> MSS Galvani, Cart. I, plico 1, D, fasc. 2, Cap. 4º: Copia, e qualità dell'aria fitta estratta dalle parti solide aminali col foco di fornello commune, E. 2.
18 Bielem, E. 20v.

<sup>&</sup>lt;sup>39</sup> MSS Galvani, Cartone I, plico I, E, Cap. 5: Copia e qualità estratta dalle varie parti animali per mezzo della bollitura; Cartone I, plico I, F, Cap. 6: Copia, e qualità dell'aria estratta dalle varie parti animali per mezzo della congelazione.
<sup>30</sup> MSS Galvani. Car. J. Albon. I. G. T. Copia, capità dell'aria estratta.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> MSS Galvani, Cart. I, plico I, G, Cap. 7, Copia, e qualità dell'aria tratta dalle varie parti animali per mezzo della Patrefazione.

«come potrà egli non influire non poco nell'economia animale»? Infatti traiamo fozza e vigore da cibi e bevande che contengono il principio infiammabile, per esempio dai vini, che sono «alquanto spiritosi».<sup>21</sup> Infine azzarda un'analogia:

## B. Le note di laboratorio

Si tratta di esperimenti compiuti tra il 1784 e il 1785, consistenti nelloserarue le razzioni che avvengono mescolando van finisi animali con diversi sipi d'aria, tra cui l'aria contenuta negli intentini degli animali e quella contenua nello somacco.<sup>5</sup> Segonos tre evolumino di travele<sup>5</sup> in cui suson riportari i riudtuti riguardanti sangue, latre, bile, saliva mescolati appunto con le varie atta cidavati oncevava suche i i inconsenti de avveniranto sonoponendo queste miscole d'arbati oncevava suche i i inconsenti de avveniranto sonoponendo queste miscole lace solare, bato, core adresse condizioni calore del camino, firodo, calore e lace solare, bato, core a derivente condizioni calore del camino, firodo, calore e lace solare, bato, core a derivente dello conquistato, la consistenza della conquisione, l'odore, in diversi intervali di transp.

Toroismo sul periodio dodi entropo en interiular i tenegro, aposto pio di esperimenti. Il primo del un inferimenti incressunti relativi a questo tipo di esperimenti. Il primo del un inferimenti in quale trateli il quale trateli il coagulo del sangue posto sotto diverse aria, e la esi consumi endio stomaco e nell'intenisio degli arimitali. Cen Hale, Priendey e Landriani, Moscati credeva che il flogisto entrasse nell'organismo con gli alimenti e con il secioleni del arrasso naminde e che expressure di proloni e dalla cue.<sup>8</sup>

L'altro riferimento per quanto riguarda simili esperimenti è di nuovo Joseph Priestley.<sup>27</sup> Al pari di Moscati, anche per Priestley il flogisto era responsabile del

<sup>21</sup> MSS Galvani, Cart. I. Plico, I. A. f. 53.

<sup>21</sup> Endem, f. 15.
31 MSS Gabant, Cart.L. plico III. A. Experimenti cina le matazioni indotte ne suri fluidi animati dalla mineral dell'aria interstitude al solo calore dell'atmosfera ed lafanti pochi al calore di qualche poi di tempo al solo. Mett Aprile stetembre, Ottobre, Novembre (1784), Cart. I, pilco III. B. Experimenti certe la microla dell'aria degl'intensiti coi fluidi assimila Amos 1784 a mente.

January ad morsem may inclusive (1785); Cart. I, plico III, C.

MSS Galvani, Cart. I, plico III, Volume I. Tavole di combinazione ovvero Miscele di
suri finidi attinudi con diverere arie, a con altri finidi attinudi. Surgue: Cart. I, plico III, F,

Volume 2; Cart. I, plico III, G. Volume 3;

3 Moscari, Pierrio, «Nuove osservazioni od esperienze sul sangue, e su l'origine del ca-

lore Animale», in Scelta di opuscoli interessanti, vol. 16, 1776, pp. 97-128.
<sup>26</sup> Ibidem, pp. 113-114.

<sup>2</sup>º PRESTLEY, JOSEPH, «Osservazioni sopra la Respirazione, e l'uso del Sangue», in Scelta di opuscoli interessanti, vol. 26, 1777, pp. 47-75 (lessera di Priestley del 25 gennaio 1776).

colore più o meno carico del sangue. Secondo il reverendo inglese, la funzione del sangue era di flogisticare l'aria, non di ricevere il flogisto da essa durante la resultazione.

A proposito di questi argomenti, nei manoscritti galvaniani si trova una pagina interessante di

Varie riflessioni e congetture

 Il sangue della vena porta è più rosso ossia meno nero dell'altro sangue venoso.
 Dunque poco Bogisto, e meno che l'altro sangue venoso contiene. Dunque molto ne entra pei vasi lattei unito al chilo.

2: Assorbe egli dunque dagl'intestini, cioè dall'aria contenuta ne' medesimi il principio spirabile, come quello dei pulmoni lo attrae dall'aria atmosferica?

È egli questo principio meno fino, o meno puro ed omogeneo che quel dell'aria atmosferica [?]

Gl'animali a sangue freddo vivono forse tanto tempo senza cibo, e senza respiro per questo principio esistente nell'aria degl'intestini [?] Sono forsi fsic'i in esal le intestina niù biene d'aria in questi animali apounto perché

meno cibo e meno di reliquie del medesimo cibo contengono [2]
Sarebbe questa una pruova che una tal aria intestinale si sviluppasse dagl'umani ancora, e sincolarmente dalla bile.

3: Il sangue della vena porta è più cosgulato ne' cadaveri dell'altro sangue venoso.

Forse perché comunicando la vena porta col cavo degl'intestini ripieno d'aria e col
cavo del basso ventre si può più facilmente dissipare il vapor espansile, o l'aria infiammahlic/1/3.

Dunque Galvani concordava con le test del due scientatal citati, per quatro la riguarda la propriari del Registro di colorne il angue, e sul fatto de vicento introdotto con gli alimenti. Inoltre, un rificimento importante è nappresentato introdotto con gli alimenti. Inoltre, un rificimento importante è nappresentato in 1780, il trocrico del esprincipio spirabile e del vuspore espanalise citatti da Galvarii. Rosa, bisandosi sul Tattaté brinque de l'air est da fruit di Call Vissi. Rosa, bisandosi sul Tattaté brinque de l'air est da fruit di Call Vissi. Rosa, bisandosi sul Tattaté brinque de l'air est da fruit di Call Vissi. Rosa, bisandosi sul Tattaté brinque de l'air est da fruit di Call Vissi. Rosa, bisandosi sul Tattaté brinque de l'air est da fruit di Call Vissi. Rosa de l'airi del l'airi de l'airi d'airi de l'airi de l'ai

Non è più diabblo per le nobili scoperne e toreis del sig. Crawford che la parte classica spiritona dell'aris che entra nel polomone, e quindi nel saugne, sia la cusa del calor viale che si sviluppa nel Cuore e nel saugne sole l'arismali. All'accione di upento calore l'uria risbattutta nel cuore sessiene col saugne, si combino, e si amagianes con la sua parte sottile e volatile; e perdondo in quella combinazione l'azione della sua elasticità straule, non trimes altro che la facolat di porer essere espansa dill'arisione gardatura del colore medi-

<sup>28</sup> MSS Galvani, Cart. I, plico III, H, Varie riflessioni e congetture, f. 2.
29 Controlto, Abatta, Experiments and observations on animal heat, and the inflammation

of combustible bodser, London, Murray, 1779; un estratto in italiano apparve sugli Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti, vol. 3, 1780, pp. 39-98.

simo, onde potersi manifestare sotto la forma di un vapore espansibile, che io chiamo Vapore espansile animale,30

[...] il principio del vapore essendo l'istesso che l'aria fuoco o l'aria spirabile o l'aria principio, che attraversando i polmoni passa nel sangue e quindi al cuore e alle arterie, dev'essere considerato come un principio di una mirabile sottilità [...].31

Per verificare le ipotesi riportate più sopra, Galvani iniziò a osservare eli effetti dell'introduzione forzata di diverse arie in alcuni uccelli, legando loro l'esofago e senza dare loro da manejare.32

Nel 1785, in ottobre, cioè dopo la serie di esperimenti coi fluidi animali posti sotto le varie arie, Galvani applicò la scintilla elettrica al latte, al sangue, alle nova, alla bile.

Per quanto riguarda il sangue, osservò che il coagulo

Non è però si sciolto come quello a cui sia mescolata l'aria infiammabile. Fenomeni [un] poco simili benché minori a quelli ottenuti dall'aria infiammabile, dunque similitudine fra il fluido elettrico, e la suddetta aria.33

Ritroviamo dunque l'analogia tra fluido elettrico e aria infiammabile emersa dalla bozza di dissertazione riportata in precedenza. Anche per questo tipo di esperimenti di Galvani abbiamo riscontri sui testi dell'epoca, in primo luogo ancora Priestley:

[...] gli animali hanno un'abilità di convertire il Flogisto dallo stato in cui lo ricevono col loro nodrimento in quello stato nel quale è appellato fluido elettrico: che il cervello, oltre gli altri suoi usi particolari, ha pur questo d'essere la grande officina, e il magazzino destinato a tal effetto; che per mezzo de' nervi questo gran principio, per tal maniera esaltato è diretto ne' muscoli, e gli obbliga ad operare al modo stesso in cui sono costretti a mettersi in azione allora quando essi ricevono il fluido elettrico al di fuori.<sup>14</sup>

Tuttavia, abbiamo visto che Galvani non riteneva il flogisto responsabile di questi efferti, bensì il principio infiammabile, o la parte più sottile di esso, cioè l'etere o fuoco elementare. A questo proposito ricordiamo che Priestley fino al 1784-85 aveva sostenuto la tesi dell'identità tra aria infiammabile e flogisto; inoltre, Galvani aveva mutuato il concetto di etere ancora una volta da Michele Rosa:55

<sup>30</sup> ROSA, MICHELE, «Lettera estemporanea sopra alcune curiosità fisiologiche (...)», 8 dicembre 1782, pp. 8-9, in Lettere finiologiche.

<sup>31</sup> Rosa, Microsz, «Lettera quarta sopra alcune curiosità fisiologiche (...). Risultati», 5 luglio 1783, p. 28, in Lettere finiologiche.

<sup>32</sup> MSS Galvani, Cart. L. plico VII. B. 33 MSS Galvani, Cart. I. plico XIII. f. 4.

M PRESTERY, JOSEPH, «Congetture intorno all'identità della Materia elettrica e del Flogi-

stow, in Scelta di opuscoli interessanti, vol. 11, 1775, pp. 51-54; originale in Pressyray, Joseph, Experiments and observations on different kinds of air, 2nd ed., London, Johnson, 1775, vol. I, Part II. Section VIII, § 2, pp. 274-286.

<sup>35</sup> Galvani possedeva nella sua biblioteca privata le lettere quarta e quinta di Rosa.

[...] egli l'etere, cioè l'aria fuoco, o l'aria pura elementare spirabile non è che la base, la parte costituente di tutte codeste arie fisse floristicate e de' sali ec. 36

[...] [Consideriamo] due assunti, cioè l'esistema di un Vapore espansile, o Principio etcure o vitale operante nel corpo degli assimali, che dee riguardarsi come il Principio vitale meccanico della vita; indi (runeresaliria di questo principio operanore in natura [...].<sup>37</sup>

### CONCLUSION

Dopo questa lunga esposizione dei testi galvaniani è giunto il momento di tentare: un'interpretazione degli stessi e delle motivazioni che lo portarono a compiere questo tipo di studi.

 La scoperta che l'aria atmosferica non era un elemento semplice, ma composto di vari gas distinti se da un lato diventò occasione di sensazione da salotto (come del resto l'elettricità), una moda, dall'altro lato aprì ai chimici e ai fisici un enorme campo di ticerca ancora inesolorato.

2) L'analogia della respirazione con la combustione e la calcinazione del metalli, inoltre, pose si fisiologi il problema dell'origine dell'aria espirata e del destino di quella inspirata; nonché della funzione del flogisto, presente nel sangue e introdotto con i cibi, nella modificazione di codeste arie; a questi fenomeni era inoltre legato quello del calore animale.

 La scoperta della presenza di arie naturali infiammabili (metano) allitremo dello stesso vivente animale pose ai fisiologi il problema della loro origine e funzione.

4) Da tutti questi nuovi fenomeni emergeva il grande problema della vita stessa e del «principio» che ne era responsabile.

Galvant si applicò a questi ambiti di rierca, guidatto da una concezione chimica sibbattanta arterata niquero ai nuovo vibulgo della disciplita in quel periodo. Seguace eterodosso di Priestley, ne conosceva l'abilità apreimentale, ma levello teorico e più orientato verso un fisiologo come Rosa, che, nonostante i riconoccimenti internazionali per la sua attività di medico," venivo tuttavo in poco contro da scienziati del calibre di Spallamani, che avevano rio-ricentato le valide intratisioni di Crawford secondo le interpretazioni lavoisterima delli fisiologia e della chimica della respirazione." Galvant non era un chimico,

<sup>38</sup> ROSA, MICHELE, «Letters quinta sopra ulcurse curiosità fisiologiche (...). Supplemento», 8 dicember 1783, p. 13, in Lettere fisiologiche.
37 Ibidem, pp. 456-457, in Lettere fisiologiche.

<sup>&</sup>lt;sup>36</sup> Importanti sono gli studi di Rosa sull'inoculazione del vaiolo e sulla trasfusione del sangue, che gli valsero una grande notorietà soprattutto in Francia.

<sup>3</sup>º Le memorie di Lavoisier riguardanti la respirazione animale, e la combuntione dei corpi, apparvero in italiano sugli Opusosii scelsi sulle scienze e sulle arti, vol. 4, parte II, 1781, pp. 135ss; pp. 191ss.

e nelle sue ricerche non ambiva a determinare la composizione chimica del vivente, truttavia si servi della chimica come scienza susiliziata della fisiologia: in quatesto ta l'importanza dei manocistiti che abbiamo citato. La chimica poteva fornire nouve linee di nicerca e nuove interpretazioni nel campo della cosiddetta seconomia aminale.»

La distinzione tra fasco, calore, Bogisto, principio Infammabile, luce, fluido elettrico esta un problema con cui tutti i finite e chaimi del XVIII secolo dovevano confrontaria. Alcani, come Rosa, e chanque Galvani, motipilicavano, retratativo di un regressi ad assem, i principi o finida dossili, agunuo portante el tura distinta proprietà, che persudessuo il mondo, e in questo modo arrivavanta del anticolora a vuilificame il significare, dari riceravano invece el unificati il più possibile, spiegando i divesti fenomeni fisico-chimici come diverse modificazioni dello areaso nicionicios socilo tra suddi ili atoti.

Dai certi abbiamo visto che Calvani aveva istituito una sorta di «scala di volatilità» e «sottigliezza» che andava dal flogisto, al principio infiammabile, al fuoco elementare o etere. Maggiori erano la volatilità e sottigliezza, maggiore era la velocità del fluido, e, con una parola odierna, la sua «energia».

Galvani ricercava la causa del moto muscolare come derivata dal principio viside (ndi senso di Rossi). I'aspettatus, conferenza seprementalmence, che di vani eves di reperire una maggier quantità di aria inflammabile nel neuvi rispetto si muscola. è segno dell'ipotene che aven in mente l'Impulso nervoe o generato da un fluido sottilisativo e velocisimo che si tramente ai muscoli, quantità di aria inflammabile nel tuorio rispetto ail Bubune riveta che cò fu una conferma inaspettata al finno che questo principio sordie en di primatti importanza per ciò che riguardora il vigore, la vitalità e la vita stessa dell'animale, e quandi arche il los possonioratos.

L'analogia tra aria infiammabéle, spirit asimali e fluido elettrico era quindi quai d'dobbigo, ce dili poplicare le devene aria ella perti animali, all'applicarei l'elettricità il passo concertuale era breve. Il fluido elettrico era solo uno tra i arta fluida a deposicione degli scienzia del 700; esso perà, secondo fluori, presentrara una forte analogia col psincipio infiammabile o eterce, così importante per l'economia asimale. Perbé dunque non sutdante gli effenti?

Se la mia interpretazione è valida, possiamo considerare queste ricerche come basilari per gli sviluppi contemporanei e successivi del pensiero scientifico di Luigi Galvani nel campo dell'elettricità animale.

and to drive an experimental framework for the terms to be the property of the

## BIBLIOGRAFIA

Nota: Per ragioni di spazio riportiamo qui solo i testi non cirati espressamente nelle note.

#### FONTI

Accademia delle Scienze di Bologna, MSS Galuani, Cartone I

Plico I, H. Cap. 8: Della proprietà dell'aria trutta cogl'esposti mezzi dalle surie parti animali. Plico III, D. Esperimenti con Accidi, ed Alcali Uniti all'oglio d'ulive, ed alla Bele.

### TESTI

CAMPONDO, ADAM, «Sperienze ed osservazioni sul culore animale e sull'inflammazione de' corpi combustibili. Diretten a inclapare una legge della natura con cui spleghinis turti i fenomeni a ciò relativi», in Opusodi sorbi sulle suesure e nille arni, vol. 3, 1780, pp. 39-98.

GALMAN, LUKA, «De aeriformis principiis thermarum Porrectanarum dissertatio», in Memorie della Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, serie I, vol. III, 1851, pp. 61-73.

GAINMO, LUNZ, «De consensu et differențiis inter respirazionem et flammam, penicillumque electricum prodiens ex acuminato conductore leydensis phialae de industria oneratae», in ACLARIMA BILLE SCHINZE DELL'ISTITUTO ER BOLOCINE is cura dil. Opere edite e inediate del Professore Luigi Galhari (...), Bologian: Dill'Olmo, 1841, pp. 651-458.

ROSA, MNERLE, Lettere finiologioles, al. s.n., 1784: Lettera cottemporanea sopera alcune curisoità finiologiche (...), a denombre 1782. Lettera sescondia sopera dicune curisonità finiologiche (...), 20 germino 1783: Lettera surara sopera alcune curisoità finiologiche (...). Esperiment, 19 marzo 1783: Lettera surara sopera alcune curisoità finiologiche (...). Rimidata, 5 fagilo 1783. Lettera quarta sopera alcune curisoità finiologiche (...). Rimidata, 5 fagilo 1783. Lettera quinta sopera alcune curisoità finiologiche (...). Supophemento, 8 dicembre 1783.

### Corne

ASSEE, PERDUANDO, «Chemistry turned upside down: sepects of the Italian debate on Lavoisier's theory», a ASSEE, PERDUANDO, CESTONE, PEANCO (a cura di) Anti del III Convegno nazionale di Sonsi e Fondamenti della Chemia, Gossenza Benenet, 1991, pp. 101-1111.

ANCELINI, ANNARIA (a cura di), Anatomie accademiche, Vol. 3: L'Istituto delle Scienze e l'Accademia, Bologna: Il Mulino, 1993.

BERDARDI, WALTER, I fluidi della vita. Alle origini della controversia sull'elettricità animale, Firenze: Olschki, 1992.

BRESSOCIA, MARCO, «La biblioteca di Luigi Galvani», in Annali di storia delle università italiane, vol. 1, 1997, pp. 167-197.

CANAZA, MISTA, «L'insegnamento delle scienze sperimentali nell'Istituto delle Scienze di Bologiau», in PANCAZIO, GRELINO (a cutta dil), Le Università e le scienze: prospettive stoniche e attuali. Relazioni presentate al Convegno Internazionale Bologia, 18 settembre 1991, Bologia: Università di Bologia, 1999, pp. 153-168.

CAUSZA, MARTA, «L'Istituto delle Scienze di Bologna negli ultimi decenni del Settecento», in PASTA, RENATO, BECAGII, VIIIE, BORSONTI, GELUO la cura dili, La politica della scienza. Torcana e Stati italiani nel tardo Settecento, Firenze: Olochki, 1996, pp. 435-430. GHEMARM. SENSETTO. Rataorto uni manucaritti del celebre amelessore Liagi Galunii (...). Bolo-

gna: Dall'Olmo, 1840.

HIMARON, JOHN L., «Academic context and theoretical renewal through the work of Luigi Galvani», in Universitates e Università, Atti del Convegno Bologna. 16-21 novembre 1987. Bologna: University Press, 1995, pp. 295-310.

HOME, RODERICK W., «Electricity and the nervous fluid», in Journal of the history of biology, vol. 3, n° 2, 1970, pp. 235-251. PANCALDE, GIULIANO, «Luigi Galvani», in Tega, Walter (a cura di), Storia illustrata di Bolo-

gua, Bologna: AIEP, vol. 6, 1989, pp. 281-300. Persocco, Gioscio, «Gli studi di chimica all'Istinito delle scienze di Bologna nel corso del XVIII secolo», in Tega, Walter (a cura di), I materiali dell'Istituto delle Scienze di Bolo-

zwe, Bologna: CLUEB, 1979, pp. 226-229.

Pera, Marcello, La rana ambigua. La controversia sull'elettricità animale tra Galvani e Volta, Torino: Finandi 1986

TAGLIANDE, SILVANA, «Chymica», in Tega, Walter (a cura di), Anatomie accademiche, Vol. 2: L'enciclopedia scientifica dell'Accademia delle Scienze di Bologna, Bologna: Il Mulino, 1987,

TRGA, WALTER (a cura di), Anatomie accademiche, Vol. 1: I Commentarii dell'Accademia delle Scienze di Bologna, Bologna: Il Mulino, 1986.