

# L'ELECTRIFICACIÓ DE LA QUÍMICA AL SEGLE XVIII. UNA XARXA DE GUSPIRES

**PERE GRAPÍ VILUMARA**

CENTRE D'ESTUDIS D'HISTÒRIA DE LES CIÈNCIES,  
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA.

*pgrapi@xtec.cat*

Paraules clau: *electricitat, química, Priestley, Cavendish, Monge, Volta, eudiòmetre, mescles gasoses*

---

The electrification of chemistry in the eighteenth century. A net of sparks

Summary: *Although Volta's uncovering of the electric pile in 1800 opened the frontiers of a new territory for chemistry that resulted to be very fruitful along the century, it was during the previous century that electricity in the form of sparks invaded the practice of chemistry. This process of electrification happened in a quite complex stage that can be viewed as a net with its main nodes in Italy, England, France and Holland. In these neuralgic centers prestigious men of science like Beccaria, Volta, Monge, Berthollet, Lavoisier, Priestley, Cavendish, and Martinus van Marum adopted theories for both the nature of electricity and the nature of chemical change in order to explain the observed changes when electric sparks were triggered on substances. The intrusion of electricity into chemistry was not alien to two great challenges: the nature of «airs» and its purity or breathiness. It was in these two aspects that the electrification of chemistry fostered a new instrumentation that had in Volta's eudiometer its more emblematic instrument at the end of the xviii century but that reached its top in the next century with the analysis of gaseous samples.*

Key words: *electricity, chemistry, Priestley, Cavendish, Monge, Volta, eudiometer, gaseous mixtures*

---

## Introducció

És prou conegut que el descobriment de la pila elèctrica per part de Volta al 1800 va obrir als químics les fronteres d'un nou territori, que al llarg del segle XIX va resultar força fructífer en exploracions pràctiques, innovacions teòriques, descobriments de nous elements i disseny d'una nova instrumentació de laboratori. No obstant això, va ser durant el segle XVIII que l'electricitat en forma de guspires va entrar en el territori dels químics.

A principis d'aquest segle no es coneixia de l'electricitat gaire més que allò que ja era conegut a l'antiga Grècia, però a meitat de segle va haver-hi una proliferació d'experiments elèctrics amb l'ajut d'uns instruments cada cop més potents. No és exagerat dir que l'electricitat<sup>1</sup> a meitat del segle XVIII estava de «moda». Una manera d'aproximar-se al procés d'electrificació de la química en el segle XVIII és considerar-lo sota dos grans àmbits: el de les característiques de l'ús de l'electricitat en la química i el del paper que van tenir els instruments elèctrics en aquest procés.

## Complexitat, territorialitat i instruments

Amb relació al primer àmbit, cal apuntar algunes consideracions. Primer, l'electrificació de la química va trobar-se amb un escenari teòric complex marcat per aspectes tan determinants com la naturalesa de l'electricitat (un debat obert entre la teoria de Franklin —d'un sol fluid elèctric— i la de Nollet —de dos fluids elèctrics) i la naturalesa del canvi químic. En aquest sentit, cal tenir en compte que és justament a finals del XVIII quan l'omnipotent teoria del flogist es veu amenaçada per la teoria de l'oxigen de Lavoisier a l'hora d'interpretar la constitució de la matèria i del canvi químic. I, naturalment, altres aspectes més vinculats al nou escenari inaugurat per la ingerència de l'electricitat en les pràctiques químiques. En concret, la naturalesa de l'«electricitat química»: què era aquella electricitat capaç d'alterar la naturalesa de les substàncies? I com actuava?

Una segona consideració a tenir en compte amb relació a l'expansió de l'electricitat en la química és la seva territorialitat. És a dir, l'electrificació de la química durant el segle XVIII va tenir un abast interterritorial, constituint allò que podríem visualitzar com una «xarxa de guspires» que va tenir els seus principals nodes a Itàlia, França, Anglaterra i Holanda, i entre els quals va existir un intercanvi relativament fluid d'informació atenent els mitjans de l'època. En aquests centres neuràlgics van conviure personatges amb interessos variats com Beccaria, Volta, Monge, Berthollet, Lavoisier, Priestley, Cavendish, Martinus van Marum, per citar-ne els més significatius.

En tercer lloc, cal considerar que l'electrificació de la química va suposar un apropament del seu territori amb el de la física experimental. D'alguna manera, els instruments elèctrics van començar a ser habituals en les pràctiques químiques al costat d'altres instruments

---

1. Al segle XVIII el terme *electricitat* es referia a allò que actualment coneixem com «electricitat estàtica». El terme *electricitat* en el sentit de «corrent elèctric» no apareixeria fins al segle XIX.

—com la bomba de buit, el termòmetre o el baròmetre. Tots ells acompanyant la química cap a la seva aproximació a la física experimental.<sup>2</sup>

Finalment, caldria valorar les característiques de la instrumentació elèctrica utilitzada en les pràctiques químiques: les màquines elèctriques, l'ampolla de Leiden i l'electròfor de Volta. Les màquines elèctriques (figura 1) generaven electricitat per fricció i n'hi havia de mides diferents. Això feia que algunes no tinguessin massa mobilitat, per la qual cosa l'experiment havia de fer-se *in situ*, on estava la màquina. Però tenien el gran avantatge de poder proporcionar descàrregues d'intensitat considerable.

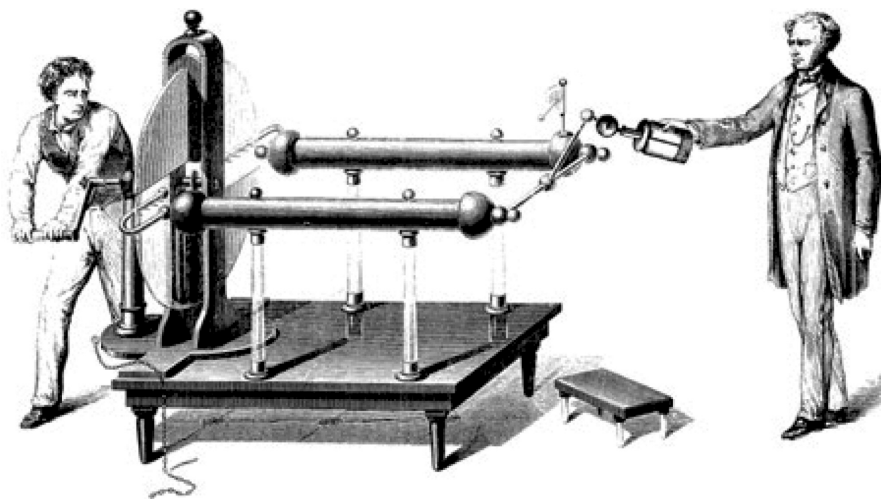


Figura 1. Gravats del segle XIX que mostra dues persones utilitzant una màquina elèctrica de Ramsden per carregar una ampolla de Leiden (Science Museum Library / Science&Society Picture Library).

En contrapartida, les ampolles de Leyden podien emmagatzemar electricitat i, per les seves mides, tenien la facilitat de la seva mobilitat. Tanmateix, es podien agrupar en bateries —amb la qual cosa es podien aconseguir descàrregues respectables. Aquesta autonomia, però, es veia limitada pel fet de dependre d'una màquina elèctrica que havia de carregar-les (figura 1). Per últim, l'electròfor de Volta era un instrument capaç de generar i, a la vegada, emmagatzemar electricitat. Era un estri simple, totalment autònom i d'una gran mobilitat per les seves mides. L'únic inconvenient podia ser que no generava descàrregues tan intenses com les màquines elèctriques o les bateries d'ampolles de Leiden, si no és que es construïen amb unes mides grans, la qual cosa no en facilitava tant la seva mobilitat.

2. Durant el primer quart del segle XIX, les màquines elèctriques —juntament amb la pila de Volta— encara formaven part de la instrumentació «elèctrica» habitual als laboratoris de química.

Amb relació al segon àmbit d'aproximació al procés d'electrificació de la química, la qüestió central seria: quin va ser el paper que va tenir la instrumentació en el procés d'electrificació de la química durant l'últim quart del segle XVIII? El desenvolupament dels aspectes següents pot servir per entendre millor aquest paper i, al mateix temps, permetrà conèixer els principals protagonistes d'aquest procés i les teories que es van adoptar per explicar els canvis observats per l'efecte de les descàrregues elèctriques sobre diversos materials.

### Electricitat i aires que exploten

Va ser el sacerdot escolapi Giambattista Beccaria qui primer va reconèixer, en una sèrie d'experiències publicades el 1758, que les guspises elèctriques podien provocar la calcinació d'alguns metalls com el zinc i, recíprocament, l'acció de l'electricitat sobre aquestes calçs també les podia metal·litzar de nou. Beccaria va identificar el «foc elèctric» amb el «foc comú», ja que ambdós eren capaços de calcinar metalls i de metal·litzar algunes calçs. Aquesta reciprocitat d'efectes va intentar ser reinterpretada per la teoria del flogist en termes d'un «foc elèctric» capaç tant d'alliberar flogist del metalls per calcinar-los com també d'aportar el flogist necessari a les calçs per metal·litzar-les. Evidentment, el fet que una mateixa causa —l'electricitat— intentés explicar efectes oposats era difícilment conciliable per qualsevol teoria: la del flogist, primer, i la de l'oxigen, després (Beccaria, 1758: 247, 255, 282; 1772: 311-312; Sudduth, 1978: 131-132).

L'obra de Beccaria no va trigar a ser coneguda a Anglaterra. Quan el 1767 Joseph Priestley va publicar la seva història de l'electricitat, ja havia tingut ocasió de conèixer part de les experiències de Beccaria (Priestley, 1767). Compromès amb una visió utilitarista de les ciències, Priestley va apostar per la química com la branca dels coneixements que prometia ser més útil per als «electricistes»<sup>3</sup> en considerar que tant la química com l'electricitat s'interessaven per les propietats (ocultes o manifestes) dels cossos. Per altra banda, però, Priestley també es lamentava del desconeixement generalitzat que hi havia de les relacions entre ambdues disciplines atribuïble al poc coneixement que hi havia de les pràctiques elèctriques entre els qui practicaven la química (Priestley, 1771: 3, 37-40). En començar la dècada del 1770, les accions químiques de l'electricitat tan sols havien estat experimentades sobre materials sòlids i líquids. Va ser precisament en aquest període quan els filòsofs naturals anglesos (Hales, Priestley, Cavendish, Black) varen començar a interessar-se pels materials aeris —els «aires». És, doncs, en aquest context on també cal situar les primeres experiències elèctriques en la química. Tant Priestley com Henry Cavendish varen acceptar l'existència d'una «matèria elèctrica» —una substancialització de l'electricitat— com a quelcom semblant al flogist i que actuava com un veritable «agent químic, com ho podia fer el

3. El terme *electricista* s'utilitzava en el segle XVIII per referir-se a aquells filòsofs naturals que experimentaven amb l'electricitat estàtica. El terme ha arribat als nostres temps amb el significat canviat.

carbó (Schofield, 1966: 212). Aquesta idea coexistia, però, amb una concepció més física-lista, en la qual la «matèria elèctrica» —com si fos la matèria de la calor— facilitava la transferència del flogist. D'aquesta manera, les guspires elèctriques es contemplaven com una font de calor variable, inigualable en comparació amb el foc comú (Priestley, 1790: 3, 359).

### El Museu Tyler de Haarlem. Un centre de replicacions experimentals

La instrumentació elèctrica en mans dels químics va estar també al servei dels debats teòrics en què va entrar la química a finals del segle XVIII entorn a les teories del flogist i de l'oxigen. Un personatge clau en aquesta situació va ser el químic holandès Martinus van Marum. Van Marum s'havia iniciat en la filosofia natural amb recerques sobre botànica i fisiologia vegetal, tot aspirant a obtenir la càtedra de botànica de la Universitat de Groningen, que finalment no va guanyar. Van Marum es va trobar totalment decebut per aquest fet, i això el va apartar de la botànica. Va ser aleshores quan enfocà els seus interessos envers l'electricitat estimulat per l'obra de Priestley (Levere, 1969: 158-159).

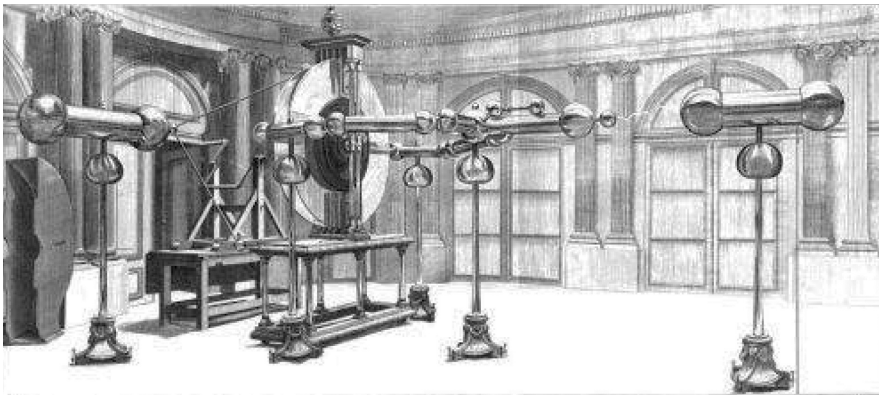


Figura 2. La gran màquina elèctrica del Museu Tyler de Haarlem (Van Marum, 1785: 1).

El 1784 es va fer càrrec de la direcció dels gabinets de física i història natural del Museu Tyler de Haarlem, on va fer construir una gran màquina elèctrica convençut que el fet de disposar d'una gran força elèctrica permetria avançar en l'estudi de l'electricitat (figura 2). El fet de disposar d'un instrument tan potent va afavorir que Van Marum rebés encàrrecs d'arreu per fer o per repetir experiments a gran escala amb l'objectiu, entre d'altres, d'esbrinar si la identificació de l'electricitat amb el flogist era consistent amb la teoria d'aquest últim.

Una de les sèries d'experiments duts a terme per Van Marum va consistir a repetir les descàrregues elèctriques que Beccaria havia realitzat sobre metalls i calços metàl·liques per determinar la causa del revifament de les calços (Van Marum, 1785: 49). A partir del 1785, aquest tipus d'experiments van començar a perdre interès perquè Van Marum va començar

a dubtar seriosament de la validesa de la teoria del flogist, mostrant-se gradualment més a favor de la de l'oxigen. Una de les preocupacions de Van Marum durant els quinze anys següents va ser confirmar la composició de l'aigua de forma concloent, ja que aquest era un aspecte clau per acabar de validar la teoria de l'oxigen de Lavoisier. El fet és que després de la seva visita a París, el 1785, Van Marum va prosseguir els seus experiments amb la gran màquina elèctrica amb la col·laboració del seu amic Adrian Paets van Troostwijk, no tan sols per produir nous fets experimentals sinó, també, per avaluar les teories del flogist i de l'oxigen. L'experiment definitiu es va fer esperar fins al 1789, quan Paets van Troostwijk i Jan Rudolph Deiman van dur a terme la descomposició de l'aigua mitjançant l'electricitat friccional,<sup>4</sup> un experiment que va ser força concloent per admetre la naturalesa composta de l'aigua.

### **Descàrregues elèctriques. Potencial analític i contratemps teòric**

Les descàrregues elèctriques sobre gasos també van dur problemes i incerteses teòriques a la nova química de l'oxigen. Així, Van Marum va repetir el 1795 l'experiment de Monge del 1788 —descàrregues sobre l'aire fix (diòxid de carboni).<sup>5</sup> Van Marum va obtenir el mateix resultat de Monge i va intentar acomodar-lo a la nova teoria de l'oxigen acceptant que el carbó no tan sols contenia el principi de l'aire fix, sinó també el principi de l'aire inflamable. Tot això va suposar un contratemps<sup>6</sup> per a la nova teoria de l'oxigen, ja que era difícil afirmar, al mateix temps, que el carbó era una substància simple i explicar que podia alliberar un aire inflamable.<sup>7</sup>

Si bé l'obra de Beccaria va ser aviat coneguda a Anglaterra, no ho va ser tant a França, on aparentment poques persones hi van tenir accés. Durant la dècada del 1780 es va anar succeint a França la replicació d'experiments sobre els efectes de les descàrregues elèctriques sobre metalls i calços metàl·liques en relació, sobretot, amb les especulacions teòriques sobre la naturalesa de la matèria elèctrica involucrada en els canvis observats (Tressan, 1786:1,

4. «Lettre de M. M. Paets van Troostwijk et Deiman, à M. De la Méthrie, sur une manière de décomposer l'Eau en Air inflammable & en Air vital», *Observations sur la Physique*, (1789), **35**, 369-378. Vegeu Ostwald, 1980: 1, 21-25.

5. Aquest experiment de Monge era a la vegada una rèplica d'un que ja havia fet Priestley.

6. Aquest no va ser pas l'únic contratemps que l'ús de guspies elèctriques va introduir en la nova química. Quan Lavoisier i Laplace van repetir la síntesi de l'aigua a gran escala els dies 27 i 28 de febrer de 1785 per confirmar de manera pública el seu resultat, es va detectar cert caràcter àcid en l'aigua obtinguda. Laplace va suggerir, aleshores, que aquesta acidesa era deguda a la formació d'àcid nítric. Les explosions dutes a terme per Cavendish el juny següent sobre mescles d'aire deflogisticat (oxigen) i flogisticat (nitrogen) utilitzant descàrregues elèctriques —en què va identificar la formació d'àcid nítric— va permetre a Lavoisier atribuir l'acidesa de l'aigua sintetitzada a la formació d'àcid nítric provinent d'impureses o de restes d'aire atmosfèric (Bertomeu-Sánchez, J. R. & García-Belmar, A., 2006: 102-103, 106, 109).

7. No va ser fins al 1811 que William Cruickshank va demostrar que la descàrrega elèctrica sobre el diòxid de carboni produïa, entre altres gasos, el monòxid de carboni que, en combinar-se amb l'oxigen de l'aire, s'inflamava o explotava com un aire inflamable més.

349-350; Sudduth, 1978: 133-138). Més transcendència varen tenir a França els experiments iniciats a Anglaterra amb les explosions de mescles gasoses amb descàrregues elèctriques i, molt particularment, les experiències de Cavendish dels anys 1784 i 1785 sobre les explosions de mescles d'aire inflamable amb aire comú (Cavendish, 1784; 1785).

A França, Gaspard Monge va ser un dels primers a realitzar descàrregues elèctriques sobre mescles gasoses. Tot i que Monge és reconegut en el camp de les matemàtiques i la geometria, a més d'ensenyar matemàtiques a l'École du Génie de Mézières, el 1768 també va començar a donar cursos de física i de ciències naturals a la mateixa escola, i va ser a partir del 1777 quan va començar a mostrar interès per les ciències fisicoquímiques. Entre juny i juliol de 1783, Monge, a Mézières, va començar els experiments entorn a la combustió dels aires vital (oxigen) i inflamable (hidrogen) que el 1784 havia comunicat Cavendish. A partir del novembre de 1784, Monge fixà la seva residència a París, on entre setembre i novembre de 1785 va dur a terme experiments per estudiar l'efecte de les guspises elèctriques sobre l'aire fix, tot destacant la utilitat de les deflagracions elèctriques com a instrument analític.

Depuis la découverte de la composition de l'acide nitreux par m. Cavendish, & de celle du gaz alkali volatil pour M. Berthollet, *les étincelles électriques étant devenues entre les mains des Physiciens un instrument au moyen duquel ils pouvoient composer certains gaz, & en décomposer d'autres*, plusieurs d'entre eux se sont empressés de soumettre à cette épreuve la plupart des fluides élastiques connus. (Monge, 1788: 430-434)<sup>8</sup>

Les paraules de Monge no tan sols resulten rellevants per la referència a l'experiència duta a terme per Berthollet l'any 1785 per determinar la proporció dels principis de l'àlcali volàtil (amoníac) mitjançant l'ús de guspises elèctriques, sinó, també, perquè revelen el potencial analític que augurava a les deflagracions elèctriques. De fet, Monge ja havia estat utilitzant des del 1783 un nou instrument per determinar la composició de la mescles gasoses residuals després d'una explosió (Monge, 1786: 78). Aquest nou instrument no era altre que l'eudiòmetre de Volta.

### **El programa de la bonesa de l'aire. L'eudiometria**

A final del segle XVIII apareix un nou tema en l'agenda dels filòsofs naturals anglesos: determinar la bonesa de l'aire. Aquest interès cal situar-lo en una concepció higienista de l'aire atmosfèric que li atribuïa la capacitat de ser portador d'exhalacions nocives per a la salut.

A partir del 1775, el professor de física a la Scuole Palatine de Milà Marsilio Landriani i el metge Pietro Moscati van conèixer un article de Priestley sobre una espectacular reacció entre l'aire nitrós i l'oxigen de la qual en van preveure la seva potencialitat com a eina

8. L'emfasitzat és meu.

analítica (Priestley, 1775: 1, 25-28). Per tal de millorar els primers resultats de Priestley, Landriani va construir un instrument força sofisticat que va anomenar, per primera vegada, *eudiòmetre* (Landriani, 1775). El mateix any 1775 Felice Fontana reivindicaria a Florència la prioritat de la construcció d'un eudiòmetre que havia designat amb el nom d'*evaeròmetre* (Fontana, 1775). El primer a reaccionar a l'invent de Landriani va ser Alessandro Volta qui, tot i sent amic de Landriani, va rebre l'invent amb certa fredor. Per a Volta, s'havia de distingir entre salubritat i respirabilitat, i l'eudiòmetre de Landriani s'havia de prendre com un estri destinat tan sols a detectar la presència o l'absència d'aire vital; és a dir, la respirabilitat de l'aire, però no la seva salubritat. Així doncs, el nom *eudiòmetre* va ser poc afortunat, ja que les causes de la salubritat de l'aire escapaven a qualsevol intent d'anàlisi química quantitativa.

A partir del 1776 Itàlia tornaria a fer-se visible a la xarxa de guspises a Europa de les mans d'Alessandro Volta. Aquest havia entrat oficialment al territori de la química el 1776 en descobrir, descriure i analitzar l'aire inflamable (metà) dels pantans. L'interès de Volta pels aires cal situar-lo, en bona part, en el context de les seves relacions científiques fora d'Itàlia. No s'ha d'oblidar que Volta vivia a la perifèria en relació amb els poderosos centres de producció científica de Londres i París. A partir del 1763 havia intentat fer-se visible a l'escenari científic iniciant certa correspondència amb Beccaria a Torí i amb Nollet a París, que no va acabar de consolidar-se. Les coses li van anar millor a partir de 1767, quan va establir els primers contactes amb Priestley a Anglaterra. Però el 1776, Volta va percebre que Priestley estava més interessat en els seus estudis sobre els aires que no pas en qüestions relatives a l'electricitat, i abans que la connexió científica amb Anglaterra es deteriorés va diversificar la seva atenció cap al territori dels aires. Probablement, doncs, no va ser una coincidència que Volta s'interessés en aquells dies per l'estudi dels gasos (Home, 2000: 121).

Va ser mentre Volta estava estudiant l'aire inflamable dels pantans quan va observar que el volum de l'aire inflamable disminuïa en fer-lo explotar mesclat amb l'aire atmosfèric mitjançant una guspisa elèctrica. L'assaig tenia força analogies amb el de l'aire nitrós, però amb una diferència important, entre d'altres més: feia falta una guspisa elèctrica per combinar l'aire inflamable amb l'atmosfèric. Descontent com estava Volta amb l'eudiòmetre de Landriani, va començar a rumiar nous estris útils per experimentar amb els aires inflamables. D'aquesta manera, l'abril del 1777, Volta va anunciar la invenció d'una «*pistola elettrica*» que funcionava induint una descàrrega elèctrica en presència d'aire inflamable. Volta va acabar modificant aquesta pistola en un nou instrument que el 1778 es coneixeria com un *eudiometro ad aria infiammabile* (Beretta, 2000: 54-58; Seligardi, 2000: 33-34). L'eudiòmetre de Volta és l'instrument que, probablement, de manera més genuïna representà millor les primeres interaccions entre l'electricitat i la química, i que va propiciar l'aparició d'una nova instrumentació que projectà la seva utilitat durant segle XIX en l'anàlisi quantitativa de mesclades gasoses.



## Conclusions

La irrupció de l'electricitat en el camp de la química va ser un pas endavant més per a l'apropament de la química a la física experimental. Aquest procés d'electrificació de la química va ser complex pel que fa, sobretot, a les implicacions teòriques que van abocar incerteses tant sobre la naturalesa de l'electricitat mateixa com sobre la naturalesa dels canvis químics que provocava. L'electrificació de la química va ser una empresa interterritorial en què des de diferents centres (Anglaterra, Itàlia, França i Holanda) es va teixir una xarxa d'interessos i recerques compartides. En aquest sentit, el Museu Tyler a Haarlem es va convertir en un centre de referència a Europa, de manera semblant a com actualment ho és el CERN de Ginebra. Tot i que en aquestes recerques van participar personalitats que aconseguirien un determinat prestigi en el món de la química, cal puntualitzar que van ser persones alienes, en principi, a les pràctiques químiques les que van obrir el pas de l'electricitat a la química.

La instrumentació elèctrica que la física experimental va incorporar als laboratoris dels químics era poc sofisticada i econòmicament assequible, llevat de casos excepcionals com el de la gran màquina del Museu Tyler. Aquesta instrumentació va resultar determinant a l'hora d'aportar evidències —com la de la naturalesa composta de l'aigua— a favor d'una definitiva acceptació de la química de l'oxigen de Lavoisier. L'altra cara de la moneda van ser els contratemps —com el de la hipotètica naturalesa composta del carboni— que també va proporcionar. Probablement, però, va ser l'eudiòmetre de guspira elèctrica ideat per Volta l'instrument que representa millor l'acoblament de l'ús de l'electricitat en la química amb els problemes que més interessaven als químics de finals del segle XVIII, en particular el d'esbrinar la salubritat de l'aire. L'eudiòmetre, tot i no haver estat concebut amb aquesta finalitat, va esdevenir un excel·lent instrument per determinar la composició de mesclures gasoses i va acabar projectant tota la seva eficàcia analítica en el primer quart del segle XIX.

## Bibliografia

- BECCARIA, G. B. (1758), *Elettricismo atmosferico. Lettere di Giambattista Beccaria. Alla Sacra Reale Maestà del Re di Sardegna*, 2a ed., Bolonya, Colle Ameno.
- BERETTA, M. (2000), «Pneumatics vs. "Aerial Medicine": salubrity and Respirability of Air at the End of the Eighteenth Century». A: BEVILACQUA, F.; FREGONESE, L. (ed.), *Nuova Voltiana. Studies on Volta and his Times*, vol. 2, Università degli Studi di Pavia, Milano Editore Ulrico Hoepli, 49-71. [5 v.]
- BERTOMEU-SÁNCHEZ, J. R.; GARCÍA-BELMAR, A. (2006), *La revolución química. Entre historia y memoria*, València, PUV.
- CAVENDISH, H. (1784), «Experiments on air», *Philosophical Transactions*, **74** (1), 119-153.
- (1785), «Experiments on air», *Philosophical Transactions*, **75** (2), 372-285.
- FONTANA, F. (1775), *Descrizione ed Usi di Alcuni Stromenti per Misurare la Salubrità dell'Aria*, Florència, Gaetano Cambiagi.
- HOME, R. W. (2000), «Volta's English Connections». A: BEVILACQUA, F.; FREGONESE, L. (ed.), *Nuova Voltiana. Studies on Volta and his Times*, vol. 1, Università degli Studi di Pavia, Milano, Editore Ulrico Hoepli, 115-132. [5 v.]
- LANDRIANI, M. (1775), *Ricerca fisica intorno alla salubrità dell'aria*, Milà, Stamp. di G. Marelli.
- LEVERE, T. H. (1969), «Marinus van Marum and the Introduction of Lavoisier's Chemistry into the Netherlands». A: FORBES, R. J. (ed.), *Martinus van Marum. Life and Work*, vol. 1, Haarlem, H. D. Tjeenk Willink & Zoon, 158-286. [6 v.]
- MONGE, G. (1786), «Mémoire sur le résultat de l'inflammation du gaz inflammable & de l'air déphlogistiqué, dans des vaisseaux clos», *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 78-88.
- (1788), «Mémoire sur l'effet des étincelles électriques excitées», *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 430-439.
- OSTWALD, W. (1980), *Electrochemistry. History and Theory*, Nova Delhi, Amerind Publishing, 2 v.
- PRIESTLEY, J. (1767), *The history and present state of electricity, with original experiments*, J. Dodsley; J. Johnson; B. Davenport; T. Cadell, London.
- (1771), *Histoire de l'électricité*, Paris, Chez Herissant, 3 v.
- (1772), «Observations on Different Kind of Airs», *Philosophical Transactions*, **62**, 147-252.
- (1775), «An account of further discoveries in air», *Philosophical Transactions*, **65**, 384-394.
- (1790), *Experiments and Observations of Different Kinds of Air, and other Branches of Natural Philosophy Connected with the Subject*, Birmingham, Thomas Pearson, 3 v. [Kraus Reprint Co., Nova York, 1970]
- SCHOFIELD, R. E. (1966), *A Scientific Autobiography of Joseph Priestley (1733-1804)*, Massachusetts, The MIT Press.
- SELIGARDI, R. (2000), «Volta and the Synthesis of Water: Some Reasons for a Missed Discovery». A: BEVILACQUA, F.; FREGONESE, L. (ed.), *Nuova Voltiana. Studies on Volta and his Times*, vol. 2, Università degli Studi di Pavia, Milano Editore Ulrico Hoepli, 33-48. [5 v.]
- SUDDUTH, W. M. (1978), «Eighteenth-Century Identifications of Electricity with Phlogiston», *Ambix*, **26** (II), 131-147.
- TRESSAN, L. E. (1786), *Essai sur le fluide électrique, considéré com agent universel*, Paris, Buisson, 2 v.
- VAN MARUM, M. (1785), «Description of a Very Large Electrical Machine Installed in Teyler's Museum at Harlem, Haarlem, Joh. Enschedé en Zoonen & Jan Van Walré». A: FORBES, R. J. (ed.), *Martinus van Marum. Life and Work*, vol. 5, Haarlem, H. D. Tjeenk Willink & Zoon, 1-56. [6 v.]