

F. GRAELL I DENIEL

**ESBOSSOS SOBRE ELECTRICITAT  
(1600-1785)**

**ESCRITS DE FILOSOFIA DE LA CIÈNCIA**

(PART PRIMERA)

---

QUADERNS DE FILOSOFIA

48

## QUADERNS DE FILOSOFIA

1. *Sobre l'ús del mot 'bo'*, juliol 2013 [2<sup>a</sup> edició].
2. *Què vol dir responsabilitat? Amb un annex sobre la llibertat*, octubre 2012 [3<sup>a</sup> edició].
3. *Sobre les concepcions aritmetitzants dels nombres irracionals*, març 2015 [2<sup>a</sup> edició].
4. *En quina accepció els grecs demostraren la incommensurabilitat?*, febrer 1999.
5. *Del discurs teòric*, març 2012 [2<sup>a</sup> edició].
6. *Dels temps i dels moviments elementals*, octubre 1999.
7. *Consideracions sobre el llenguatge del llibre X dels Elements*, febrer 2000.
8. *Sobre la subjectivitat*, novembre 2013 [2<sup>a</sup> edició].
9. *Sobre el principi de la moralitat*, octubre 2012 [4<sup>a</sup> edició].
10. *Dotze notes a propòsit de la causa i de l'efecte*, març 2001.
11. *La proporció d'Èudox i la generalització de la proporció*, maig 2007 [2<sup>a</sup> edició].
12. *Sobre la meditació fenomenològica fonamental de Husserl. Part primera: La tesi de l'actitud natural i la seva desconexió*, desembre 2001.
13. *Propostes en ocasió del cos i de les passions*, desembre 2011 [2<sup>a</sup> edició].
14. *Anotacions marginals als Principia Mathematica newtonians*, maig 2003.
15. *L'originalitat del sagrat i la seva crítica (I)*, octubre 2016 [4<sup>a</sup> edició].
16. *L'originalitat del sagrat i la seva crítica (II)*, octubre 2016 [4<sup>a</sup> edició].
17. *L'originalitat del sagrat i la seva crítica (III)*, octubre 2016 [4<sup>a</sup> edició].
18. *Sobre els límits d'acord amb l'obra de Cauchy, gener 2017 [2<sup>a</sup> edició].*
19. *Sobre la meditació fenomenològica fonamental de Husserl. Part segona: Consciència i realitat natural*, abril 2006.
20. *Sobre la meditació fenomenològica fonamental de Husserl. Part tercera: La regió de la consciència pura i les reduccions transcendents*, setembre 2006.
21. *La qüestió nacional. Nous esborranys per a avui*, maig 2010 [2<sup>a</sup> edició].
22. *La llum i els colors. Unes aproximacions elementals*, maig 2007.
23. *Introducció a l'estètica. Esbossos d'una teoria de l'art i de la bellesa*, octubre 2007.
24. *Apunts de l'ús formal en la definició dels diferencials i de les derivades d'acord amb Cauchy i Weierstrass*, març 2017 [2<sup>a</sup> edició].
25. *La saviesa, la fe i l'infinit*, juny 2008.
26. *A propòsit de la política, la democràcia i la justícia*, abril 2010 [2<sup>a</sup> edició].
27. *Resums de lògica i llenguatge*, maig 2009.

F. GRAELL I DENIEL

**ESBOSSOS SOBRE ELECTRICITAT  
(1600-1785)**

**ESCRITS DE FILOSOFIA DE LA CIÈNCIA  
(PART PRIMERA)**

48

QUADERNS DE FILOSOFIA

---

Barcelona 2017

---

1ª edició: octubre 2017.  
© F.Graell i Deniel  
ISBN: 978-84-943607-7-0

[www.xtec.cat/~fgraell](http://www.xtec.cat/~fgraell)  
E-mail: [fgraell@xtec.cat](mailto:fgraell@xtec.cat)

La web permet de baixar la còpia d'un qualsevol quadern editat.  
Podeu fer ús de l'adreça electrònica per a qualsevol correspondència amb  
*Quaderns de Filosofia*.

---

## CONTINGUT

### INTRODUCCIÓ, 9.

#### I

### LES PRIMERES RECERQUES (1600 – 1747),

#### 1. GILBERT I LES PASSES INICALS, 16.

*Neckam i la brúixola. De Maricourt i els pols de l'imant. Gilbert: la Terra com a imant, divisió dels cossos per l'electrització, teoria d'un vessament elèctric. La màquina d'electricitat de von Guerike. Boyle: l'atracció pot ser en el buit. Newton. Dr.Wall, Hawksbee.*

#### 2. STEPHEN GRAY: CONDUCTORS I NO CONDUCTORS. EL FLUID ELÈCTRIC, 18.

#### 3. DU FAY DEFENSA QUE HI HA DUES MENES D'ELECTRICITAT, 20.

#### 4. LES MÀQUINES GENERADORES D'ELECTRICITAT, 21.

*L'esfera de vidre de Hausen. El «conductor» de Bose. El cilindre de vidre de Gordon. La introducció de peces per a fregar de Winkler. L'ús del plat de vidre.*

#### 5. QUÈ ÉS L'ELECTRICITAT? LA TEORIA DE WINKLER, 24.

#### 6. LA TROBALLA DE L'AMPOLLA DE LEIDEN, 24.

*Les aportacions de von Kleist, de Gralath, de Winkler; van Musschenbroek de Leiden; Le Monnier. L'ampolla de Watson i la seva teoria del fluid elèctric. La placa de Smeaton. Wilson.*

#### 7. LA BATERIA ELÈCTRICA, 29.

*D'altres efectes de les espurnes. Els primers electroscopis.*

## II UNA NOVA ÈPOCA [1747-1785]

### A. L'APORTACIÓ DE FRANKLIN, 37.

#### 1. PER QUÈ UN COS ES DIU ELÈCTRICAMENT POSITIU O ELÈCTRICAMENT NEGATIU, 37.

*La teoria del fluid únic. Individus sobre cera que freguen un tub. Com el foc elèctric passa d'un cos a l'altre.*

#### 2. QUÈ OCORRE EN L'AMPOLLA DE LEIDEN, 40.

*Carregar i descarregar l'ampolla. El paper del vidre. Alguns experiments que ho corroboren.*

#### 3. L'EXPERIMENT DÓNA PEU AL QUE S'HI COMPRÈN, 43.

#### 4. L'ENORME CONTRIBUCIÓ DE FRANKLIN, 48.

*Una teoria dels fenòmens atmosfèrics. La utilitat del parallamps. Les primeres comprovacions de la natura elèctrica del llamp. Els núvols tenen electricitat negativa.*

### B. ALGUNS AVENÇOS FINS AL 1785, 50.

#### 1. L'ELECTROSCOPI I LA CERCA DE MESURES, 51.

*L'aparell de du Fay i de l'Abat Nollet. Les propostes de v.Waitz, Ellicott, Le Roy i d'Arcy. L'electroscopi de Canton. La idea de Priestley. L'electroscopi de Henly.*

#### 2. LA TEORIA DE LA INDUCCIÓ ESTÀTICA, 53.

*L'atmosfera elèctrica. Observacions de Canton contra aquesta teoria. Experiències de Wilke i d'Aepinus. Nova explicació de la placa de Franklin (i de l'ampolla de Leiden). L'electricitat és a la superfície. No hi ha sols conductors i no conductors, etc.*

### **3. LA LLEI QUE SEGUEIX LA FORÇA ENTRE DOS COSSOS ELECTRITZATS, 55.**

*Dins dels vasos no hi ha electricitat. Suggestió de Priestley. Experiències de Robinson. Els càlculs de Cavendish.*

### **4. LA TURMALINA I LA PIROELECTRICITAT, 56.**

*Descoberta pels holandesos. D'altres pedres amb propietats elèctriques. Com explicar llur comportament.*

### **5. LA TEORIA SYMMERIANA, 57.**

*Symmer defensa dues electricitats. Trets de la nova teoria. Els llistats de grups de tres cossos, i d'una electrització oposada. Els cossos punxeguts podrien emetre també electricitat negativa (Wilke, Cavallo).*

### **6. LLUM ELÈCTRICA EN ESPAIS ENRARITS, 60.**

*El fenomen vist en el baròmetre (Picard, Bernoulli, Hawksbee, Ludolff, Du Fay, Musschenbroek, de Luc). Els fenòmens elèctrics dins d'un tub buit (Grummert, Hawksbee).*

### **7. FOSFORESCÈNCIA I ELECTRICITAT, 62.**

*La pedra bolonyesa. Un fenomen elèctric: Lane. Confirmació per Seebeck. El fòsfor (Canton). Josep Heinrich.*

## **C. MÉS AVENÇOS FINS AL 1785, 63.**

### **1. ALGUNES APORTACIONS DE BECCARIA, 63.**

*El magnetisme de la Terra. La resistència elèctrica. Encara la placa de Franklin. Explicació de l'autor.*

### **2. A PROPÒSIT DE L'ELECTRICITAT ATMOSFÈRICA, 64.**

### **3. L'ELECTRÒFOR DE VOLTA, 65.**

*Forma, tortó i tapadora. Com es prepara el tortó. Cavallo ho simplifica.*

#### **4. LA TEORIA DE L'ELECTRÒFOR DE WILKE, 66.**

*Admissió de dues electricitats. Dues electricitats oposades a la tapadora: com ho sabé. Alguna precisió de Riess i de von Bezold. És un generador electrostàtic: com funciona.*

#### **5. LES PÓLVORES ELÈCTRIQUES, 70.**

*Lichtenberg: la caracterització + i -. Pólvores de resina sobre el tortó. Explicació de Cavallo. Llimadures de ferro de Bennet. L'experiment de Villarsy. Precisions de von Bezold. Els colors del prisma en el metall.*

#### **6. L'ELECTROSCOPI DE VOLTA, 72.**

*Descripció de l'aparell. Bennet hi introdueix laminetes d'or.*

#### **7. EL CONDENSADOR DE VOLTA, 73.**

*Mesurament de l'ampolla de Leiden per Lane i de Lafond. Recerca de Volta. Dos discos metàl·lics vernissats. Com treballa l'aparell. S'usa per a conservar l'electricitat (Volta) o pot a carregar-ne molta (Bennet). Més progressos de Bennet, Cavallo i Lichtenberg.*

#### **8. COP D'ULL A D'ALTRES EFECTES DE L'ELECTRICITAT ESTUDIATS EN AQUESTS ANYS, 76.**

*Van Marum i l'electricitat en ambients enrarits. Experiència de Kinnersley dels efectes de les descàrregues. Els efectes químics: vapors que surten de metalls (Priestley, van Marum). Se separa l'hidrogen i l'oxigen de l'aigua (van Troostwyck i Deimann). Efectes en les plantes, en els animals, en l'home. Més observacions: dels colors de l'espurna, del seu paper en la combinació de gasos, etc.*

#### **D. UNES NOTES FINALS DE MAGNETISME, 77.**

*L'aportació de Newton al magnetisme. John Michell i la descripció de l'atracció i repulsió magnètiques. Mayer i Lambert. El fluid o els fluids magnètics. Esperant Coulomb.*



## INTRODUCCIÓ

1. L'electricitat forma part de la vida quotidiana i l'individu en depèn per tots cantons: aparells i llums de tota mena, cables i endolls, xarxes i transformadors, etc., formen part del dia a dia ja sense sorprendre, i tot plegat permet, no sols facilitar moltes tasques, sinó també que l'ésser humà s'hagi familiaritzat amb el fenomen elèctric.

Tanmateix aquesta circumstància no hauria de suposar que es tracti d'un afer obvi: l'ús familiar de l'electricitat no impedeix d'atalaiar que s'ha arribat aquí després de moltes dificultats i provatures, on hi ha intervingut una munió de protagonistes, moltes vides humanes consagrades a l'experimentació i a l'estudi. Hagués estat il·lustratiu de fer algun resum de cadascun dels autors d'aquesta proesa fins a Coulomb: de palesar-hi llur constància i abnegació, llur voluntat de saber els uns dels altres, llur curiositat universal, llur inquietud per fer tota mena d'observacions i de provatures, llur deixar volar la imaginació i el pensament, llur trencament de fronteres, etc., enmig d'uns temps de trasbals de tota mena. Homes que exemplaritzen que sols el treball és capaç de fer irrompre novetats interessants i que fan abandonar de soca-rel totes les prevencions apriorístiques i abstractes d'una qualsevol filosofia de la ciència desarelada.

2. L'electricitat (amb el magnetisme) deu ser doncs un dels fenòmens amb més impacte dels nostres dies, i es troba implicat en una qualsevol de les tecnologies actuals i de les seves resultants. Quan es pega una ullada a la història, però, es descobreix que l'home l'ha anat conquerint a poc a poc i des d'uns temps relativament recents. En efecte la circumstància que abans del segle XVII l'electricitat pràcticament no existís sorprèn: mentre la gravetat (i el pes) formaven part de la quotidianitat des de sempre, al costat de molts altres

coneixements, les forces elèctriques no s'integraven de cap manera en la quotidianitat. L'home n'era ben bé aliè.

¿Ha d'estranyar que la noció d'electricitat hagi estat guanyada per l'escorcollament d'una munió de cossos i de la realització de prou observacions al llarg dels darrers segles? Car l'electricitat no podia pas ser un objecte quan se n'ignorava gairebé tot excepte allò que es percebia en els experiments i en els cossos. Quasi es podria dir que allò elèctric feia referència a un col·lectiu d'esdeveniments d'un cert tarannà que els feia comparables o amb algun paral·lel.

Tan sorprenent com l'esvaïment de l'univers elèctric fins a Gilbert és *l'anhel de trobar-hi alguna explicació del que s'hi observava* (començant pel mateix autor anglès).

En efecte el fenomen esdevé *estrany*, això és, no forma part de la quotidianitat de sempre. Si més no des d'antic s'havia dat alguna explicació dels esdeveniments quotidians, *i ara s'ensopega amb una colla de fets buscats nous, no encaixables en els supòsit admesos*.

Perquè des d'antic, àdhuc per a afers quotidians com la caiguda dels cossos, s'hi havia de cercar alguna explicació pel fet que no es comportaven com un cos arrossegat per la força del braç. Des dels grecs fins als homes del barroc s'ha sentit la necessitat d'alguna cosa més: si llavors, per exemple, se l'ha sentit per al capteniment dels greus (i dels lleus), en els segles XVII-XVIII, aquesta necessitat, se l'ha sentit per a aquest fenomen anomenat electricitat. *Els interrogants apareixen per la incapacitat de tractar alguna cosa com es tracta les altres*: la pedra que cau no és arrossegada pel braç – l'ambre fregat atreu petits cossos sense que hi hagi res que els estiri. Els interrogants brollen perquè la presència humana – la raó – no ho pot tractar d'acord amb les seves coherències.

Certament la raó és una, malgrat que sempre és vària. La circumstància que la pedra no sigui arrossegada pel braç va poder provocar que algun dia un hom s'esbalaís.

Però en un qualsevol desenllaç no hi hauria ben bé una assimilació: sí que ho seria en l'accepció que es compararia l'un fet i l'altre, i que l'un es voldria en paral·lel – comparable – a l'altre. Tanmateix no s'hi trobaria un esvaïment del cos que cau, per exemple, sinó *la cerca* – apareix l'interrogant – pel fet que no s'hi toparia, amb

quelcom així com un cos empès. No s'hi oferiria tant assimilació com anhel d'un explicació o la cerca d'una explicació en termes comparables. D'aquí que un hom hi pogués introduir prou fantasia: car allò comparable pot no poder-se extreure com a simple variant del que es coneix.

3. *Cal referir-se una mica a la quantitat d'observacions, d'enginy i de teories que s'hi troba en aquests anys.*

En el camp elèctric, a més a més d'haver d'entendre per què hi ha atracció i repulsió, cal dir què és allò que atrau o repel·leix. És a dir, el que motiva la cerca no es troba sols en el fet que hi hagi un moviment (repulsió i atracció) que no sembla explicar-se, sinó també en el fet que tampoc no se sap d'on ve, què fa que els cossos apareguin ara electritzats i després no. El fenomen elèctric sembla escàpol.

Versemblantment les primeres teories, com la de Gilbert, respondrien a una explicació global més o menys fantàstica. Amb els anys, però, la recerca s'hauria focalitzat a proposar què és l'electricitat (un conjunt de corpuscles, per exemple) més que no pas a explicar què és l'atracció (és a dir, què és en el sentit de com ocorre). Les mateixes teories que proposen l'electrització d'un cos per fregament, perquè es forma una atmosfera (un efluvi elèctric) al voltant del cos a partir de la vibració de petites parts de la superfície del cos, explicarien per què l'electricitat passa per contacte d'un cos a l'altre, satisfarien la pregunta *com es transmet* per contacte. Certament, que no calgués contacte per a haver-hi efectes elèctrics transtornà l'explicació, i féu que paulatinament s'anés introduint el terme *fluid elèctric*.

L'estudis de l'electricitat no se sostreu a la impressió d'un enorme trencaclosques del qual un hom sols en disposava d'unes poques peces, i que paulatinament en gaudiria d'altres (nous experiments i observacions), de manera que a poc a poc s'anirien rectificand les interpretacions: esmenti's, per exemple, la importància de l'observació de cossos conductors o no conductors, o de la l'existència de dues electricitats oposades; o de la mateixa ampolla de Leiden, que torna a oferir la possibilitat de moltes experiències i

d'observar-ne com treballa (a banda de permetre disposar d'electricitat: és un condensador).

La teoria del fluid elèctric únic de Franklin (i el paral·lel de la de Winkler) provà una vegada més de representar-se i de pensar a través d'una cerca allò que s'ofereix sense poder-ho comprendre, i de fer-ho de manera que fos compatible amb les vàries observacions. La seva explicació del comportament de l'ampolla de Leiden és exemplar (tot i ser errònia). Si més no el nord-americà es mantingué en el seu esforç de contrastar pensament i experimentació, mostrà una actitud intel·lectual prou crítica, s'atreví a lliurar una teoria de tots els fenòmens atmosfèrics, a més d'oferir indicacions per a trobar efectes pràctics del seu treball.

La construcció d'electroscopis, les noves aportacions de la inducció electrostàtica, l'esforç de lliurar alguna quantificació de l'atracció elèctrica, la piroelectricitat, els experiments que dificulten la teoria del fluid únic i afavoreixen la symmeriana, les observacions en espais enrarits i la fosforescència, l'electròfor de Volta (i el precedent de Beccaria) amb les múltiples recerques i explicacions, la construcció del condensador i molts altres enginys en aquesta direcció, són sols algunes de les moltes altres aportacions de l'observació i de l'experiment, i de la necessària explicació.

El món elèctric s'eixamplava sense parar, mentre s'anaven mantenint teories sobre la naturalesa de l'electricitat que no es feien incompatibles amb les observacions. Es tractaria de comprendre el que s'esdevenia i el que es provocava que ocorregués.

4. Les dificultats de no comprendre ben bé de què es parla quan un hom es refereix a l'electricitat, la incertesa del que és l'atracció i la repulsió, àdhuc la necessitat fins i tot de discutir com cal explicar el que succeeix en una experiència amb algun enginy, admetent i tot un mínim explicatiu – la complexitat del que és elèctric i la circumstància que es vagi acumulant descobertes, observacions i construccions d'aparells, fan que tot l'estudi en aquests anys fins al 1785 es trobi ocupat a atendre els esdeveniments i a pensar-los.

Tanmateix la terminologia, a propòsit d'això, no n'hauria de fomentar algun punt de mira esbiaixat. L'estudis de l'electricitat d'aquell temps no es

comportava en general diferent d'un qualsevol altre individu que atén això i allò, que fa activitats motores i productives, etc. Qui estudiava alguna cosa de la naturalesa feia el mateix, parlant en general: el pensament físic no se n'hauria pogut diferenciar, com a pensament; hauria estat simplement pensament a propòsit d'afers naturals (no es pensaria en d'altres afers, polítics, ètics, etc., o en afers quotidians). Certament que podia fer experiments, construir aparells, preveure esdeveniments, etc.: la discussió, però, no rauria en la circumstància que hi hagués una colla d'activitats que acompanyen, o que s'hi troben condicionades, pel pensament físic, sinó de defensar ara que *el pensament físic, la teoria física, es diria del que pensés un individu que es mou en aquest àmbit*, per exemple, de l'elèctric. No fóra pensament (físic) perquè es moguéss enmig d'un camp experimental, sinó que *seria pensament perquè l'home pensa*. Recordi's que l'individu s'ocupa d'acord amb un tot teoricopràctic: el teòric físic de l'època no en seria una excepció.

*Aquest nivell de pensament físic i de teoria física no llevaria que es parlés de teories d'una manera particularitzadora*, no sols en l'accepció que no pensés d'altres afers que no són els naturals (aquí), sinó en l'accepció que se suposés un pensament que va ocupant-se de diferents aspectes, que entrellaça, d'un tema, i que es troba més o menys coherentment reeixit, millor si d'acord amb esdeveniments naturals percebuts o suposats de la manera que sigui.

En aquesta accepció particularitzadora les teories sobre l'electricitat de l'època mantindrien alguns trets modelitzadors perquè permetrien alguna representació i perquè unificarien una diversitat d'esdeveniments. Contràriament als models geomètrics i als models formals tendirien a no facilitar relacions quantitatives ni esdevindrien de cap manera models simplificats, idealitzats. Per això no semblaria estrany que les primeres lleis elèctriques no es recolzessin en models geomètrics i en concepcions del tot noves (com ho féu la llei de la gravitació universal), sinó primerament en l'experiment (llei de Coulomb).

5. *Admès que hi ha una teoria particularitzada, física perquè el seu abast es troba en tot allò que fa referència al món material*, sembla fàcil d'assumir que hi ha una colla de trets que es poden anar singularitzant.

Si més no *les observacions i les experiències*, en especial aquelles cercades o provocades per tota mena d'enginyers i

d'instruments, formen part d'aquest pensament físic, que no es lliura sense estar acompanyat per les activitats pràctiques corresponents.

Aquesta teoria (pensament) físic s'obtidria des d'exercicis *a través d'afers simplificats de tota mena que modelitzaria* en un tot teoricopràctic i teoricorepresentatiu sense solució de continuïtat.

S'entendria així mateix que les explicacions dels aparells es despleguessin des de les teories (particularitzades) que suposen, i que el vessant teòric (en una qualsevol accepció) permeti que hi hagi comprovacions i verificacions.

En efecte el tot teoricorepresentatiu i teoricopràctic es manifesta amb moltes gradacions.

6. El quadern que el lector té a les mans pretén doncs més aviat de recollir alguna de les aportacions dels estudiosos de l'electricitat dels segles XVII i XVIII sense voler fer ben bé història de la ciència, i sense pretendre de fer-ne un resum exhaustiu; es tracta de lliurar alguns esbossos que poden ser útils cara a una interpretació de la ciència, sobretot quan es té en compte que un hom no pot introduir-se en els treballs posteriors des del desconeixement de l'aportació de molts d'aquests homes. D'altra banda la incompletesa del treball resta compensada per allò que fa palesar: la ingent observació i experimentació, la necessitat d'anar pensant què ocorria, la formació d'un objecte anomenat «electricitat» que hauria de gaudir d'alguna descripció, àdhuc el punt de convencionalitat que s'hi troba, aquí i allà.

Un hom podria estimar que convé que una qualsevol filosofia exposi succintament quelcom que ha de forma part del seu horitzó. Pel cap baix una col·lecció com aquesta havia de fer esment de tot això per tal de poder-la tirar endavant. I sens dubte ja se n'hi pot fer com sigui que hi ha teories exemplificades. Allò que és segur, tanmateix, rau en la impossibilitat de fer-ne sense tenir-ho present o, encara millor, sense capbussar-s'hi. Aquell que pretengui una comprensió de la ciència en la línia d'aquella noble activitat no ho podrà fer mai des de les resultants amb les qual es treballa avui dia en física, i això no suposa, és clar cap tipus de menyscapte a la tasca recercadora de la

ciència: però el filòsof que ignora els milers de vides dedicades a la recerca i al lent domini d'uns fenòmens varis fins a arribar a alguna expressió quantitativa mai no apuntarà de fet res d'interès i farà eixorca la seva peculiar vocació.

Nosaltres mateixos hem recollit prou referències de diversos llocs, malgrat que volem fer una especial menció de l'excel·lent llibre d'Edmund Hoppe, *Geschichte der Elektrizität* [Leipzig, Johann Ambrosius Barth., 1884], sense deixar de recórrer als originals dels grans autors (en especial en Franklin) i a les publicacions de l'època. Afegixi's que hem seguit una distribució temporal malgrat que algun autor la supera, i que es tracta per tant d'una aproximació. Finalment les dificultats de resumir en unes poques pàgines molta informació, de reconèixer exactament tot allò que els autors esmenten, de fer-se càrrec de la situació en la qual es trobaven i d'entendre les seves teories, han fet necessàries moltes precaucions. Tant de bo hagin servit per a desvetllar l'interès dels lectors.

# I

## LES PRIMERES RECERQUES (1600 – 1747)

Un primer període del descabdellament de l'electricitat transcorreria fins a mitjans del segle XVIII, i convencionalment tindria de terme la correspondència mantinguda per Franklin des del 1747 a propòsit de temes elèctrics.

### 1. GILBERT I LES PASSES INICIALS.

*Neckam i la brúixola. De Maricourt i els pols de l'imant. Gilbert: la Terra com a imant, divisió dels cossos per l'electrització, teoria d'un vessament elèctric. La màquina d'electricitat de von Guerike. Boyle: l'atracció pot ser en el buit. Newton. Dr. Wall, Hawksbee.*

Els grecs atribuïren a Tales de Milet el descobriment de la natura elèctrica de l'ambre (*ἤλεκτρον*), que es manifestaria en el fet que atreïa cossos lleugers, i aproparen el comportament de l'ambre i el dels cossos magnètics (recordi's *ἡ λίθος Μαγνητικός*, la pedra de Magnèsia), de manera que tots serien manifestacions plurals de quelcom semblant.

Gairebé cal reduir a l'ambre el coneixement dels fenòmens elèctrics en els temps antics i medievals.

L'ús d'imants com a indicadors de direcció no va ser conegut en l'antiguitat clàssica, i el primer esment que hi ha de la brúixola es deu al monjo anglès Alexander Neckam (1157-1217). Tanmateix l'Edat Mitjana féu poca cosa en el magnetisme. Cal esmentar, tot i això, el francès Pierre de Maricourt, que el 1269 féu un descobriment cabdal: prengué un imant natural, que donà forma arrodonida, i li aproximà una agulla, la qual s'orientava per l'acció de l'imant; llavors marcà, sobre la pedra, la línia que l'agulla seguia deixada estar. Ho repetí diferents vegades, i observà que totes les línies seguien direccions a tall de meridians i s'aplegaven en els dos extrems, que suggerí anomenar els pols de l'imant; observà així mateix que l'atracció entre



imants depenia de llur posició respecte d'aquests pols, com si fossin les seus del poder magnètic.

L'electricitat i el magnetisme sols comencen a ser unes branques consistents de la física a partir de l'any 1600 amb la coneguda obra *Tractatus sive physiologia nova de magnete magneticisque corporibus et de magno magnete Tellure*, de l'anglès William Gilbert (1540-1603).

En magnetisme Gilbert proposà que la Terra era un gran imant i que per això orientava les brúixoles (i pensà així mateix que el magnetisme podria explicar la gravetat i el moviment dels planetes). És sabut també que Descartes provà d'explicar el fenomen magnètic a través de la teoria d'un vòrtex al voltant de l'imant (la matèria magnètica aniria de pol a pol), d'acord amb una explicació paral·lela al fet que considerà la mateixa Terra un gran imant. Tot això portà a considerar el magnetisme una ciència separada de l'electricitat a partir del mitjans del segle XVII, i el mateix Gilbert remarcà les distincions entre les forces magnètiques i les elèctriques.

En electricitat l'anglès fou el primer a usar el mot *elèctric* («*vim illam electricam nobis placet appellare*»)<sup>1</sup>. Divideix els cossos entre aquells que s'electritzen per fregament i els que no ho fan. El diamant, el safir, l'ametista, el beril, el cristall de roca, el vidre, el sofre, el màstic, la goma laca, la colofònia, etc., pertanyen al primer grup, i molts d'altres (inclosos els gasos) al segon. S'adona que la humitat de l'aire hi té un paper, en la càrrega per fregament; sap que un cos perd la seva electricitat si es crema o es rovella, estudia si el foc està electritzat, separa l'atracció elèctrica de la magnètica, usa un electròmetre elemental, etc.

A què es deu l'atracció elèctrica dels cossos? Gilbert apunta a un vessament espès i material – l'*effluvium* – des del cos electritzat (per mitjà del fregament) que fa que hi hagi atracció. Potser s'ha volgut interpretar això en paral·lel als humors humans, de tal manera que el cos elèctric expulsaria un humor a tall d'un efluvi que arrossegaria l'altre cos: en qualsevol cas se cercaria d'explicar l'atracció a través d'un contacte. Si més no d'altres autors es van interessar per unes tals

---

<sup>1</sup> El substantiu *electricitat* fou introduït per l'anglès Thomas Browne el 1646.

exhalacions o hi feren al·lusió (l'italià Niccolo Cabeo [1585-1650], i els anglesos Kenelm Digby [1603-1665], Robert Boyle, el mateix Newton).

El que es pot considerar la primera màquina d'electricitat és obra de l'alemany Otto von Guericke (1602-1663): s'omple una esfera de vidre amb sofre fos, es deixa que es refredi, es trenca el globus de vidre, es forada l'esfera de sofre per a introduir-hi un eix d'acer, que es posa en un suport que permet fer-la girar tota. L'eina fregadora és, com ho era abans, la mà, el fregament de la qual pot provocar espetarrecs i d'altres fenòmens. Guericke és el primer a publicar el 1663 – malgrat que potser el primer a observar-ho fos Niccolo Cabeo – l'observació d'atraccions i també de repulsions.

Robert Boyle (1626-1691) rebuté la visió gilbertiana de l'atracció en defensar que té lloc també en el buit, i a més a més féu parlar en la importància de la superfície en els cossos electritzats.

De Newton (1642-1727) és prou coneguda la seva experiència (1675): un plat de vidre ben fregat amb llana sobre un cercol, i tot damunt la taula. Entre aquesta i el plat es col·loquen trossos de paper. Els papers saltironegen en ordre cap al plat, que el deixen estar després d'un breu contacte.

Fregant l'ambre amb llana l'anglès Dr. Wall aconseguí fer espurnes de gairebé una polzada, hi sentí forts espetecs, notà la pessigada de les espurnes als dits, i ho comparà tot als llamps i trons. Un coetani seu, Francis Hawksbee (1660-1713) estudià la brillantor produïda per fregaments en medis sense aire o rarificats (per exemple, amb mercuri en un tub de vidre) per a confirmar la natura elèctrica del fenomen.

Tot plegat són començaments, manifestacions aïllades, malgrat que hi són ja present descobriments fonamentals posteriors.

## **2. STEPHEN GRAY: CONDUCTORS I NO CONDUCTORS. EL FLUID ELÈCTRIC.**

L'any 1729 comença una època nova per a l'electricitat: l'anglès Stephen Gray (1666-1736) descobreix la diferència entre conductors i

no conductors d'electricitat. En efecte observà que el suro col·locat dins d'un tub de vidre fregat atreia també el plomissol, i quan clavà al suro una vareta llarga de fusta o de metall s'adonà que no sols atreia la bola de suro el plomissol, sinó que també ho feia el filferro. Ara lligà un llarg cordó de cànem al tub de vidre, cordó que féu aguantar per un ganxo de ferro en el sostre, del qual penjava el cap del cordó amb una bola. Dons bé: no s'observava electricitat en la bola, i jutjà correctament que era un problema de l'agulla que havia usat per a aguantar el cordó amb el ganxo. Aconsellat canvià l'agulla per un fil de seda, que entenia que impediria que s'escapés tanta electricitat. Llavors ho provà tot de nou, i fou capaç de confirmar que hi havia electricitat al final d'un cordó de cànem de 147 peus de llarg quan es fregava el tub de vidre. Si l'agafador era de fil de llautó no hi havia electricitat, que tornava en reemplaçar-lo pel fil de seda.

Gray havia trobat la diferència entre conductors i no conductors, i investigà tots els possibles cossos a propòsit d'una tal qualitat<sup>2</sup>.

D'altres descobriments molt importants d'aquest investigador són, per exemple, que no calia que un cos toqués un altre electritzat perquè en manifestés els efectes; és a dir, la inducció sobre un cos conductor suspès aïllat. Un nen sostingut per cordes de pèl (és a dir, aïllat), i a qui s'apropa un tub de vidre fregat, atreu trossos petits i lleugers de metall.

També se'l pot considerar el descobridor del tamboret (o escambell) aïllant: el nen col·locat sobre un tortó de resina esdevé tan eficaçment aïllat com sostingut per les cordes de pèl.

Investigà els efectes de l'electricitat en els fluids: un tub de vidre fregat fa aixecar l'aigua continguda en un tassa aïllada, la bombolla de sabó electritzada atrau trossos de metalls i de fusta, etc.

Un altre del seus descobriments importants es degué al següent fet: l'any 1729 construí dos cubs de roure, un sòlid i l'altre buit, i mostrà que quan s'electritzaven de la mateixa manera produïen exactament uns efectes similars: concloué que aquests efectes eren

---

<sup>2</sup> El nom de conductors – i, en els cossos contraposats a aquests, d'*elèctrics* o cossos elèctrics per si mateixos – és d'un conegut seu i fill d'un exiliat francès, Jean Théophile Desaguliers (1683-1744), continuador dels experiments de Gray.

independents de la massa [hauria pogut concloure que sols la superfície es trobava implicada en els fenòmens, però més aviat pensava, com Franklin, que l'electricitat penetrava a tot el cos].

Una de les conseqüències de l'observació de l'efecte elèctric sobre cossos que no toquen el vidre electrilitzat fou el de fer impossible d'assumir necessàriament l'electrització d'un cos per fregament pel fet que es formés una atmosfera – un efluvi elèctric – al voltant del cos a partir de la vibració de les petites parts de la superfície del cos – per exemple, com es deia a la influent obra de l'holandès Willem Jacob's Gravesande (1688-1742), un punt de vista compartit a mitjans del XVIII –, i llavors es féu necessari d'admetre que aquestes emanacions tenien una existència independent, i podien transferir-se d'un cos a l'altre. D'aquí que s'anés imposant el nom de *fluid elèctric* com una de les substàncies de què està constituït el món.

### **3. DU FAY DEFENSA QUE HI HA DUES MENES D'ELECTRICITAT.**

Gairebé coetani de Gray devem al francès Charles François de Cisternay du Fay (1698-1739) la proposta de l'existència de les dues electricitats.

Du Fay observà certament molts fets: per exemple, que els cossos mullats augmenten la seva capacitat de conductors.

Parà atenció que els cossos no conductors o mal conductors són precisament els que es deixen electrilitzar per fregament amb un bon tros de roba o amb quelcom amb pèl, mentre que els bons conductors (com els metalls) no ho permeten, i s'electritzen quan s'apropa un cos electrilitzat, o el toquen.

Parlà del caràcter elèctric de la flama (l'usà com a conductor elèctric entre cossos), etc.

Tanmateix el descobriment de la natura vària de l'electricitat produïda per fregament mereix una atenció especial. Fregà una vara de vidre i hi mantingué en suspens unes escates d'or; fregà després copal – una resina transparent dura, que serveix per a la preparació de vernís – i esperava que, segons les representacions mantingudes fins llavors, el copal repel·lís les escates d'or: però de fet les atragué. És a dir: les escates d'or electrilitzades pel contacte amb el vidre – i després de

repel·lir-se les unes i l'altre – haurien de ser rebutjades semblantment pel copal també electritzat; l'atracció que en feia el copal palesava la diferent electricitat entre el vidre (i les escates) i el copal. Va concloure doncs que hi havia dos tipus d'electricitat, i que el copal estava electritzat altrament que la vara de vidre.

S'assumia així que els cossos electritzats atreien els no electritzats i que, després de tocar-los, no els atreien, sinó que es repel·lien. I que hi havia dues electricitats oposades, l'electricitat vítria (*vitrée*) i la resinosa (*resineuse*). La primera es trobava en el vidre, en els cristalls naturals, en les pedres precioses, en la llana, i en conjunt en els pèls dels animals. L'altra en la resina, en el lacre, l'ambre, etc. Els cossos igualment electritzats es repel·leixen, els no igualment electritzats s'atrauen.

No cal insistir en la importància de la troballa per a tota la recerca dels cossos electritzats.

Convé fer esment que l'exposició de du Fay fou rebuda amb escepticisme pels seus contemporanis, i cercaren d'altres explicacions: per exemple, a través de la diferent vigoria de l'electricitat (la del vidre era vigorosa, la de la resina feble). Fet i fet els dubtes de si es tractava de dues electricitats o d'una amb diferents modificacions perduraren prou temps.

#### **4. LES MÀQUINES GENERADORES D'ELECTRICITAT.**

*L'esfera de vidre de Hausen. El «conductor» de Bose. El cilindre de vidre de Gordon. La introducció de peces per a fregar de Winkler. L'ús del plat de vidre.*

Mentrestant el professor Christian August Hausen (1693-1743), a Leipzig i a suggerència d'un oient seu, millorà la màquina productora d'electricitat: canvia el sofre de von Guericke pel vidre (més còmode de fregar), manté l'eix de l'esfera mentre la fa rodar subjecta en un torn; el mitjà de fregament és encara la mà.

Matthias Bose (1710-1761), també alemany, hi afegeix una peça molt important: l'anomenat *conductor*<sup>3</sup>. Consisteix en un tub de xapa de ferro (que en els inicis l'aguantava un home aïllat elèctricament), buit per dintre per a passar-hi un feix de fils, i que es posava sobre l'esfera de vidre de la màquina, de manera que els fils llisquessin damunt l'esfera de vidre. Amb aquest aparell Bose produïa unes espurnes molt fortes que tenien la força d'encendre la pólvora, de fer caure homes, etc. Com gairebé tots els seus contemporanis creia que tot era possible de fer a través de l'electricitat.

L'escocès Andrew Gordon (1712-1751), i que molt aviat es traslladà a Erfurt, reemplaçà l'esfera de vidre per un cilindre de vidre en el generador, i són seus els coneguts jocs de campanes (penjades per fils de seda aïllants i intercalant-hi boles: l'electricitat introduïda en la primera campana fa que es vagin posant en moviment boles i campanetes, etc.), i la roda voladora (una estrella que pot girar per un eix central: quan l'apropa a una màquina d'electricitat l'aparell comença a rodar en el mateix sentit que la turbina. És un exemple dels efectes dels cossos punxeguts).

Tanmateix el primer d'introduir una peça per a fer els fregaments en lloc de la mà fou l'alemany Johann Heinrich Winkler (1703-1770): ideà uns coixinets de pell recoberts amb pèls de cavall, cilindroformes, que s'ajustaven al cilindre de vidre amb unes cargols per tal que fessin pressió, malgrat que era un procediment incòmode. Per això més tard pensà que la peça fregadora podria pressionar fàcilment el cilindre de vidre si s'ajustava gràcies a una molla elàstica.

Durant tots aquests anys i els posteriors (1600-1785) se cercà materials amb els quals untar o pintar la peça de fregament per tal d'augmentar l'electricitat (cera, guix, drap xop d'oli, amalgames d'estany i mercuri, o zinc i mercuri, i d'altres).

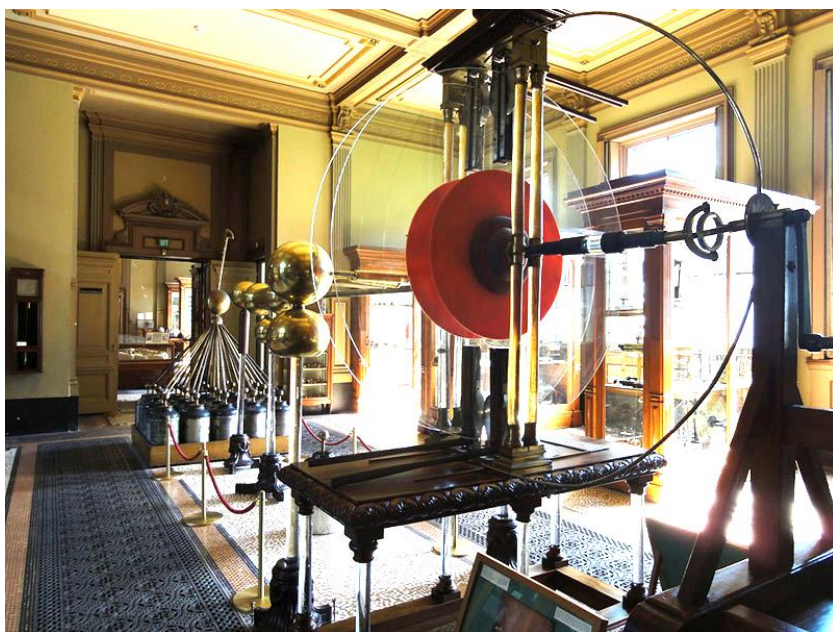
Una millora bàsica d'aquesta eina de fregament fou el fet de guarnir els coixinets amb un tafetà específic<sup>4</sup>, que s'aplicava sobre la màquina, i que servia per tal que no hi hagués pèrdues d'electricitat des del cilindre de vidre.

---

<sup>3</sup> El nom també és de Jean Théophile Desaguliers (en alemany *Konduktor*).

<sup>4</sup> Es tracta d'un tafetà, que es recobreix amb oli de llinosa, litargiri, trementina, colofònia, mini i un colorant (*tafettà incerato* en italià, 22

També s'introduí un plat de vidre, fregat amb coixinets per les dues cares, en lloc del cilindre (ja Planta, fundador i director del Seminari de Haldestein, ho féu l'any 1755): cap a l'any 1775 l'ús del plat de vidre es generalitzà. A Anglaterra se'n feren amb dos plats paral·lels de vidre muntats sobre un eix: l'enorme generador construït el 1785 pel mecànic anglès John Cuthbertson (1743-1821), establert a Amsterdam, sota la direcció de l'holandès Martinus van Marum (1750-1837), per al Museu Teyler a Haarlem es féu d'acord amb una tal característica.



*(El generador construït el 1785 del Museu Teyler a Haarlem)*

---

*Wachstaffet* en alemany); en general les seves teles eren de color verd, marró o negre. Es va introduir primerament com a ingredient en la roba de les dones i els seus centres de producció principals van ser París i Lió. La idea era que el tafetà, que ribetejava el coixí, descansés sobre el cilindre; més tard fou substituït per algun teixit de seda.

## 5. QUÈ ÉS L'ELECTRICITAT? LA TEORIA DE WINKLER.

Winkler no es limità a consideracions tècniques d'aquesta mena: en els seus escrits sobre electricitat dels anys 1744-1746 es preocupà també de respondre a la pregunta què és l'electricitat. Rebutjà tant que fos quelcom pertanyent a la matèria comuna de cada cos material, com que es tractés d'un estat, produït per fregament, de parts de la matèria comuna d'aquests cossos. L'electricitat travessava els cossos: en els no conductors el fregament feia llevar la connexió entre les molècules corporals i les partícules, més petites, elèctriques, i que hi hagués una mena de volatització de l'electricitat, de tal manera que els cossos fregats es rodegessin d'una atmosfera elèctrica. En els conductors l'estructura de les més petites partícules corporals i de les partícules elèctriques seria de tal manera que no fóra possible llur separació per fregament i la consegüent reunificació de la part elèctrica en la superfície: sols quan ensopeguessin amb les partícules compreses en el moviment del fluid elèctric podrien alliberar-se de llur unió amb les molècules corporals del conductor i moure's per la superfície.

Naturalment associava, com tots el seus contemporanis, l'electricitat amb alguna partícula de foc (en aquell temps el foc incloïa encara el flogist, imprescindible per a la producció de la flama, cf. nota 7) – quelcom que devia molt al fet que les espurnes eren capaces d'encendre cossos variis.

## 6. LA TROBALLA DE L'AMPOLLA DE LEIDEN.

*Les aportacions de von Kleist, de Galath, de Winkler; van Musschenbroek de Leiden; Le Monnier. L'ampolla de Watson i la seva teoria del fluid elèctric. La placa de Smeaton. Wilson.*

1. Era l'onze d'octubre de 1745 quan Ewald Georg von Kleist (Vietzow [Pomerània], 1700-1748) introduí en un flascó de medicina un clau de ferro, aguantà l'ampolla i posà la mà en el conductor de la màquina electritzadora; sentí, després de deixar el conductor, un fort sotrac en tocar el clau amb els dits de la mà mentre continuava



mantenint l'ampolla amb l'altra mà. L'efecte era superior quan hi posava, a l'ampolla, una mica de mercuri o d'alcohol.

Von Kleist féu conèixer aviat la seva experiència, i d'altres la dugueren endavant amb nous experiments. Per exemple, Daniel Galath (Danzig, 1708-1767) – que va afirmar que ja va reeixir en l'experiment de von Kleist el 5 de març de 1746 – féu el següent conegut experiment: agafà una ampolla, n'omplí mitja amb aigua, hi ficà un filferro que sobresortia i equipat amb una petita esfera en el seu cap superior. Llavors lliurà l'ampolla a un persona, que l'aguantava a la mà mentre aquest botó del filferro tocava el conductor (d'una màquina generadora). Després féu formar una cadena de vint persones agafades de la mà, i l'última tocà el botó del filferro (separat prèviament del conductor): les vint persones experimentaren una forta sacsejada, com abans havia passat amb una persona sola. Però els individus que tocaven sols el botó de l'ampolla, o sols la tocaven per fora, no patien cap sacsejada. Per això ho interpretà de la següent manera: *hi havia un sotrac per la unió de l'electricitat que es trobava en les diferents cares del vidre*. La circumstància que la més petita esquerdada en el vidre feia fracassar l'experiment avalaria, estimà, la seva interpretació.

El ja esmentat Winkler féu una passa més. Després d'un ús d'ampolles que el dugueren a descàrregues molt potents (els efectes de les quals experimentà àdhuc en el seu cos i en el de la seva dona), ideà, per a evitar-los en un mateix, de col·locar l'ampolla sobre un plat metàl·lic i la rodejà amb una cadena que acabava en un petit pom. Si ara l'apropava, el pom, al botó del filferro de l'ampolla (prèviament carregada) espetegava l'espurna i el soroll se sentia cent passes lluny. *Per tant no era necessari, remarcà, de tocar l'ampolla per fora*: la unió de la cadena amb el plat metàl·lic bastava per a desencadenar la descàrrega. Com volia produir aquesta unió amb més comoditat pensà de fer rodejar l'ampolla amb aigua. El 28 de juliol de 1746 introduí tres ampolles grans en les aigües del Pleisse, omplertes també amb aigua, amb el seu corresponent filferro en l'interior, i rodejà la seva part exterior amb una cadena que acabava amb un petit pom sobre la vora del riu. Les carregà unint el filferro interior amb el conductor de la màquina generadora, i després llevà aquesta connexió; establerta la

nova connexió (pom de la cadena i filferro interior) es produí un tal esclat que l'espurna es veia dos cents peus lluny a ple dia, i encara més lluny es podia sentir. Passava el mateix quan deixava penjar la cadena dins del riu separada de l'ampolla. Winkler remarquè que, per tal que hi hagués efectes, *dins i fora de l'ampolla els conductors<sup>5</sup> de l'electricitat han de trobar-se tan a prop del vidre com fosi possible, i recobrir-lo completament, en la mesura del possible, mentre es trobessin separats l'un i l'altre, l'un dins i l'altre fora. Per això defensà l'aigua com un conductor de l'electricitat per a l'interior de l'ampolla, i un cobriment parcial metàl·lic per a la seva part externa.*

2. Mentrestant a Leiden el físic Pieter van Musschenbroek (1692-1761), havent observat que els cossos electritzats perden electricitat en contacte amb l'aire, pensà a impedir-ho tot recobrint aquells cossos amb un abric no conductor (el vidre), i llavors electritzà l'aigua en una ampolla de vidre. No pensà descobrir res de nou: per casualitat, però, un estudiant, Johan Andreas Cunaeus (1743-1797), agafà l'ampolla amb una mà, i el filferro que havia servit per a electritzar l'aigua amb l'altra, i s'enrampà. La repetició que el professor en féu li deixà un mal record, i així ho escriví a René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) a París en una carta (començaments de 1746). Un col·lega de Musschenbroek, Allamand (1713-1787), ho provà també i ho comunicà per carta a l'abat Jean Antoine Nollet (1700-1770) a París i publicà l'esdeveniment a les Memòries de l'Acadèmia a París el 1746. Nollet, un home molt conegut en els cercles intel·lectuals, parlà de Musschenbroek com el primer descobridor de l'ampolla, que anomenà ampolla de Leiden, nom que s'estengué de pressa.

Els estudis fets a París amb l'ampolla, per exemple pel metge Louis Guillaume Le Monnier (1717-1799), fóren amb uns resultats equivalents als aconseguits per Winkler i Galath. Confirmaren en efecte que: 1) l'ampolla no es pot carregar col·locada sobre un vidre sec o penjada per cordills de seda, és a dir, quan està aïllada, i que se la pot carregar tan aviat com algú la toca des de fora, fent derivació. 2) Que, l'ampolla carregada i aïllada, i tocant merament el filferro que

---

<sup>5</sup> En l'accepció del significat comú del mot, és a dir, *die Leiter*.

surt de dins, no hi passa res. Que si es treu aquest filferro tampoc no s'hi esdevé res. Que hi ha espetec quan, el filferro al seu lloc, se'l toca i alhora es toca l'ampolla per fora. 3) Si es toca amb la mà el filferro de l'ampolla carregada i aïllada, la cara externa de l'ampolla s'electricitza i atrau cossos petits. 4) Que una ampolla manté durant força temps la seva força i que l'ampolla es pot traslladar amb la mà.

Es deu a Le Monnier d'altres aportacions: per exemple, defensà, com Winkler, que l'aigua era un bon conductor; cercà, sense èxit, la mesura de la velocitat de l'electricitat; establí que la quantitat d'electricitat que un cos pot assumir depèn de la magnitud de la seva superfície: si és la mateixa, llavors el cos allargat pot contenir més electricitat que el curt i gruixut, etc. Els seus estudis, els publicà els anys 1746-1747.

3. L'assaig de trobar una mesura de la velocitat de l'electricitat, el féu també l'anglès William Watson (1715-1787), arribant a la conclusió que la descàrrega no era instantània però que la velocitat era massa gran per a mesurar-la.

Aquest savi trobà també que el poder de la descàrrega de l'ampolla de Leiden no depenia del pes (per exemple, si era mercuri en lloc d'aigua allò que s'hi posava, dins de l'ampolla), sinó de la magnitud de les superfícies, tant la interna com l'externa. Això portà a pensar la manera d'augmentar la càrrega, i es resolgué a recobrir l'ampolla amb una fulla d'estany. Primerament el Dr. Bevis ho féu amb un recobriment de sols la cara externa, mentre el mateix Watson ho féu després també per a la cara interna de l'ampolla. S'havia arribat a l'ampolla tal i com s'usà si més no fins a mitjans del XIX. Endemés observà així mateix que el xoc que rebia l'experimentador de la descàrrega de l'ampolla se sentia en els braços i en el pit: senyal, remarcà, que l'acte de descàrrega es transfereix pel camí més curt o més bon conductor.

D'altra banda en una memòria llegida a la Royal Society l'octubre de 1746 proposà la doctrina, sens dubte amb alguna influència de la teoria dels dos corrents oposats de fluid de Nollet, que les accions elèctriques es deuen a la presència d'un «èter elèctric» que

va d'un lloc a l'altre però que no és ni creat ni destruït, sinó que la seva acumulació en un cos es fa a expenses d'algun altre cos.

«He mostrat que l'electricitat és l'efecte d'un fluid molt subtil i elàstic que es troba en tots els cossos en contacte amb el globus terraquí; i que arreu, en el seu estat natural, s'hi manté en un grau igual de densitat; i que el vidre i els altres cossos que anomenem elèctrics *per se* tenen el poder, per certes operacions conegudes, d'agafar aquest fluid d'un altre cos i portar-lo a un altre en una quantitat suficient per a fer-lo obvi als nostre sentits; i que, sota certes circumstàncies, ha estat possible de fer passar l'electricitat de certs cossos a ser més rara que en el seu estat natural, i – comunicant-la a d'altres cossos – lliurar-los una quantitat addicional que fa la seva electricitat més densa».

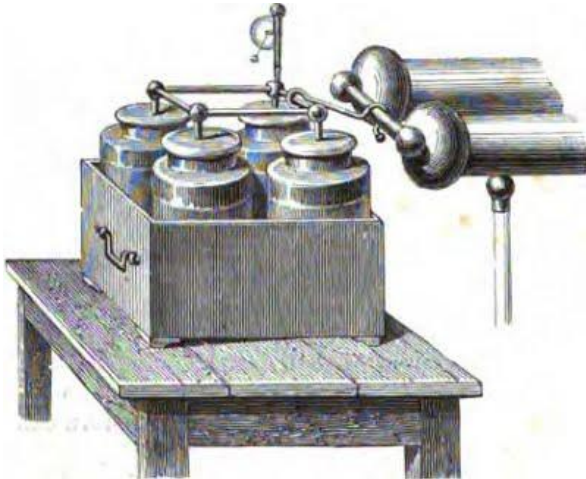
Cal esmentar ara dos anglesos més: John Smeaton (1724-1792), que és l'inventor de la placa, segons la va anomenar Franklin [*plate*, en anglès, *Tafel* en alemany] ; en lloc d'ampolla usava un plat de vidre recobert pels dos costats amb una fulla d'estany. Benjamin Wilson (1708-1788) escriu el 6 d'octubre de 1746 a Smeaton que ha trobat la llei d'emmagatzematge de l'electricitat en l'ampolla de Leyden: la quantitat és directament proporcional a la superfície del cos conductor [l'aigua] i inversament proporcional al gruix del vidre – això mentre treballava amb ampolles omplertes amb aigua. Quan utilitzà el sistema de Watson llavors defensà que la quantitat de l'electricitat era directament proporcional a la magnitud de la capa recobridora [això va ser provat com cal per Cavendish el 1776]. Quant més prim era el vidre tant més gran era l'electricitat acumulada, amb l'inconvenient que a partir d'una certa acumulació el vidre es trencava, cosa que portà a estudiar vidres més resistents.

Hom ha atribuït així mateix a Wilson, però també a Galath i a Winkler, el descobriment del «residu elèctric»: el fet que l'ampolla que sembla descarregada permeti més tard d'aconseguir noves espurnes i esclafits.

## 7. LA BATERIA ELÈCTRICA.

Un servei important de Galath és la d'haver inventat la bateria elèctrica (electrostàtica): preparà dues ampolles de Leiden, i uní els botons metàl·lics que hi sobresurten amb el conductor d'una màquina elèctrica, mentre les superfícies externes de l'ampolla es trobaven en alguna connexió: la descàrrega, quan se les posava en contacte amb els botons, esdevenia més forta.

En general aquesta bateria consistí més tard a unir d'una part totes les armadures interiors, que s'unien a un estel metàl·lic, i totes les exteriors, que es comunicaven entre si per mitjà d'un full d'estany que recobria interiorment la caixa on eren les ampolles, i que podien comunicar amb el sòl mitjançant una cadena metàl·lica, unida a la nansa de la caixa<sup>6</sup>.



---

<sup>6</sup> Cf. <https://sites.google.com/site/museofisicaiquimica/livre-ix-electricitat-estatica/botellas-de-leyden>, d'on és també la imatge.

\*

*D'altres efectes de les espurnes. Els primers electroscopis*

Abans de passar a dir quelcom de Franklin esmenti's, per exemple, que Krüger a Halle an der Saale ja observà que les espurnes destenyien els llocs on tocaven dels pètals vermells de les roselles: o que ja es troben uns primers electroscopis (Nollet a través de les divergència de dos fils de cànem quan se'ls apropa a un cos electrilitzat, J.S.v.Waitz a Berlin hi afegeix dues plaquetes metàl·liques, etc.). Tot això anà preparant sense dubte les passes posteriors.

28. *El lógos de la ciència. Indicacions preliminars des de l'Almagest*, juliol 2015 [2<sup>o</sup> edició].
29. *El llibre El Callat de Joan Vinyoli i el referent ontològic*, abril 2010.
30. *Un exercici crític a propòsit de l'inconscient freudià*, setembre 2010.
31. *La unitat i el nombre. Una introducció a l'aritmètica*, abril 2011.
32. *La història, la bona nova i la conversió. Una recerca de filosofia*, juny 2011.
33. *Una realitat anticipada, la festa, la promoció d'un sí. Una recerca de filosofia*, agost 2011.
34. *Notes de lectura de filosofia de la ciència (Popper, Lakatos, Feyerabend)*, febrer 2012.
35. *Estudis sobre la comunicació. Llenguatge, acció comunicativa i nous mitjans*, agost 2012.
36. *Introducció a la geometria euclidiana. Apunts per a una filosofia de l'espai*, gener 2013.
37. *L'estudi de l'hermenèutica. La possibilitat d'experiència des dels escrits de filosofia*, setembre 2013.
38. *Temps i moviment. Una introducció a la cinemàtica*, gener 2014.
39. *La qüestió nacional. Annexos*, maig 2014.
40. *Tres exemples d'estàtica. Aproximacions de filosofia de la ciència*, gener 2015.
41. *Una aproximació a la força. Estudis de filosofia de la ciència*, maig 2015.
42. *Comentaris de l'experiència sagrada en el Bagavad-Gītā*, octubre 2015.
43. *Observant el cel amb l'esfera armil·lar. Apunts per a una filosofia de la ciència*, gener 2016.
44. *A l'entorn de la passa heliocèntrica de Copèrnic. Escrits per a una filosofia de la ciència*, abril 2016.
45. *La raó de temps entre moviments pendulars i lliures en l'Horologium oscillatorium de Christiaan Huygens*, setembre 2016.
46. *L'obra pictòrica com a representació. Des d'allò que s'hi expressa a l'expressió de l'artista*, desembre de 2016.
47. *Drets i deures. En els cercles de l'ethos*, maig 2017.
48. *Ebossos sobre electricitat. Escrits de filosofia de la ciència, (Part primera)*, octubre 2017.
49. *Ebossos sobre electricitat. Escrits de filosofia de la ciència, (Part segona)*, octubre 2017.

