

## ... un nuovo fenomeno di fulmine di Carlo Barletti, nelle lettere fra Benjamin Franklin e Jan Ingenhousz di Alessandro Laguzzi

Nella prima parte di questo lavoro<sup>1</sup> abbiamo visto come Carlo Barletti, fosse venuto in possesso di una banderuola posta alla cima del campanile della chiesa dei ss. Siro e Sepolcro di Cremona, la quale era stata colpita e abbattuta da un fulmine. Dal suo esame era emerso, che essa si presentava attraversata dai numerosi fori, frutto della folgorazione, i cui bordi slabbrati ora da una parte ora da quella opposta, avevano convinto Padre Carlo di trovarsi davanti ad una chiara e inequivocabile manifestazione della presenza nel fulmine di due fluidi elettrici: uno positivo e l'altro negativo le cui azioni intrecciandosi e contrapponendosi avevano, appunto, causato quel risultato.

La pubblicazione che da queste considerazioni era scaturita: *Analisi d'un nuovo fenomeno del fulmine*<sup>2</sup> aveva destato nel mondo 'letterario' nazionale ed europeo un grande interesse e diversi giornali l'avevano recensita o ripubblicata anche oltralpe. Poiché l'interpretazione data dal Barletti finiva per smentire la teoria frankliniana di un unico fluido elettrico Jan Ingenhousz<sup>3</sup>, un elettrizzante olandese studioso di fenomeni naturali, medico presso la corte asburgica, che aveva stretto amicizia con Benjamin Franklin durante il loro soggiorno londinese, e con il quale aveva mantenuto rapporti epistolari, gli si era rivolto per ottenere la spiegazione del fenomeno cremonese in accordo con la teoria che da lui prendeva nome.

Franklin nel rispondere positivamente all'amico affermava di essere intenzionato a procurarsi lo scritto del Barletti e ad esaminarlo attentamente. solo successivamente gli avrebbe inviato le sue considerazioni in proposito. Nella stessa lettera affrontava un'altra delle più comuni obiezioni che i Symmeriani (sostenitori dell'esistenza di due fluidi elettrici) rivolgevano alla sua teoria, che prevedeva l'esistenza di un unico fluido elettrico (posi-

tivo quando abbondava, negativo se carente rispetto allo stato naturale).

Si trattava dei segni e delle impressioni che si formavano sulle carte e sui fogli attraversati dalle scariche elettriche provocate da grandi macchine elettrostatiche<sup>4</sup> come aveva esposto nella sua richiesta l'olandese:

«Quando una forte scarica è diretta attraverso un mazzo di carte o alle pagine di un libro, che abbiano un foglio di stagnola interposto fra i diversi fogli, l'esplosione elettrica lascia un'impressione su alcuni di questi fogli metallici, dalla quale sembra come se la scarica elettrica si sia indirizzata in maniera da indicare che la corrente del fuoco elettrico abbia fatto un percorso dall'esterno della bottiglia (di Leida) verso l'interno, mentre su altri fogli metallici le impressioni sono dirette in modo tale da indicare che la corrente del fuoco elettrico ha fatto il suo percorso dall'interno della fiala verso l'esterno, così che ad alcuni elettrizzanti sembra potersi concludere che durante la scarica di una bottiglia due correnti di fuoco

elettrico scorrono impetuosamente allo stesso tempo da entrambe le superfici e si incontrino e si attraversino l'un l'altra»<sup>5</sup>.

A queste osservazioni Franklin ribatte:

«Queste impressioni non sono il risultato del fluido in movimento che sta penetrando con forza nella direzione del suo moto; esse sono causate dalle bruciacchiature nate nelle vicinanze delle carte perforate, che nascono in modo casuale a volte sulla faccia di una carta, altre volte sull'altra faccia a seguito di certe condizioni casuali legate alle superfici, ai materiali o alle situazioni. In una singola carta, disposta senza essere messa a contatto con altre, mentre è perforata dal passaggio del fluido (elettrico), le bruciacchiature generalmente compaiono da entrambi i lati, come io una volta ho mostrato a M.r Symmer in casa sua. Immagino che il foro sia dapprima fatto da un sottile filetto di fluido elettrico e allargato da un filetto più grande al momento dell'esplosione, che costringe una parte della carta ad aprire al passaggio [del fuoco elettrico] ogni strada col carbonizzare la parte [centrale] della materia e respingendo in fuori [i bordi della bruciacchiatura] da ogni parte, perché là c'è l'ultima resistenza»<sup>6</sup>.

La tesi di fondo di questa spiegazione, che lega il fenomeno registrato alla situazione contingente del corpo investito dalla scarica elettrica non cambierà neppure in seguito e sarà alla base della risposta che Franklin darà allo scritto barlettiano.

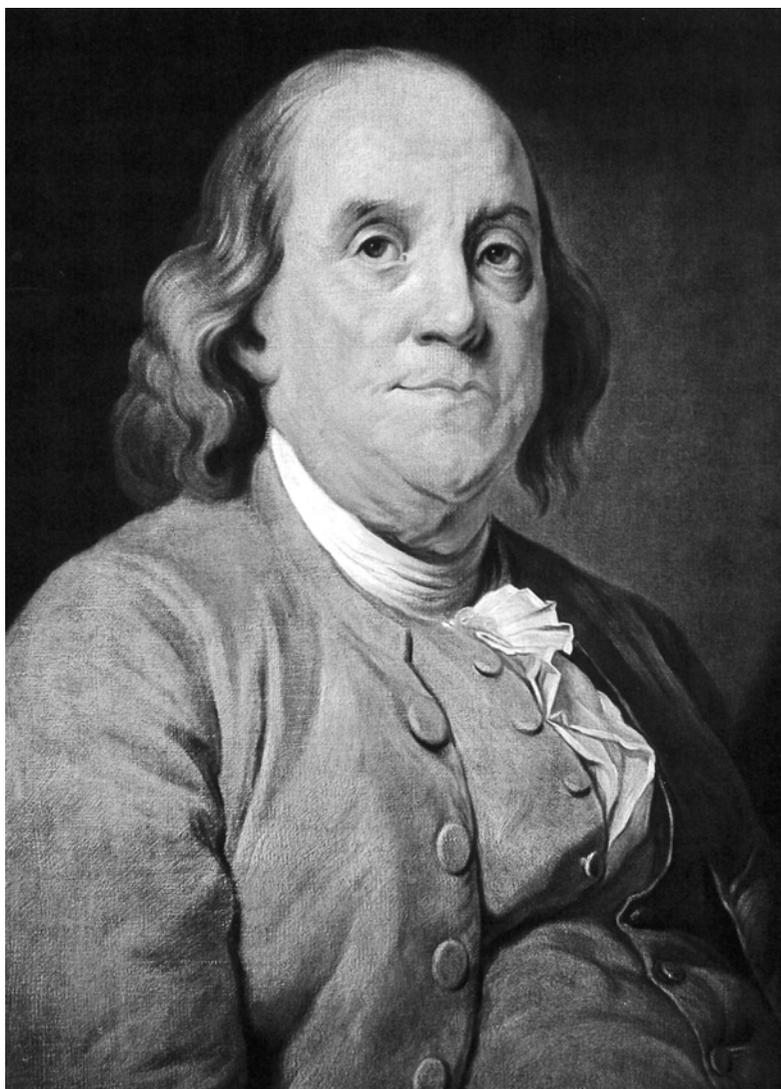
Segue una lettera del 5 dicembre di Jan Ingenhousz dalla quale apprendiamo che nel frattempo l'Olandese e Franklin si sono incontrati di persona ed hanno concertato la realizzazione di programma di esperienze che vengono ritenute preliminari allo scritto di Franklin sulla banderuola cremonese. Ingenhousz che si dice impegnato solo nelle



Nella pag. lato,  
Jan Ingenhousz in una  
raffigurazione del periodo

sue ricerche 'filosofiche', ha frattanto continuato a condurre<sup>7</sup> ricerche riguardanti il regno vegetale e l'influenza che questo ha sull'*abitas* umano. Anzi egli esprime il desiderio di renderle pubbliche quanto prima sottolineando come le ultime esperienze abbiano modificato le sue convinzioni sull'attività dei vegetali sull'aria al buio e durante la notte. Infatti si è ora convinto che non soltanto le piante cambiano una parte dell'aria respirabile in 'aria fissa' col cedergli parte del proprio *flogisto* ma che emettono anche 'aria fissa' o acido aereo; egli è riuscito anche a determinare la quantità dell'emissione scoprendo la maniera con la quale la natura produce acido nitroso dalla terra da cui è stato preso, e come converta l'area respirabile in questo acido (anidride carbonica) e per finire afferma di avere lui stesso di persona cambiato l'aria respirabile, attraverso l'aggiunta di alcali vegetale in nitro. Tuttavia ritiene, per il momento, che la scoperta non possa essere pubblicata senza un adeguato corredo di esperienze probanti che potrà realizzare solo durante l'Estate.

Passa quindi a relazionare su di una esperienza che lo stesso Franklin gli aveva affidato fornendogli di fili di egual diametro ma di diverso materiale: oro, argento, rame, acciaio e ferro perché stabilisse la minore o maggiore conducibilità termica di quei metalli. È questo, uno degli esperimenti concertati da mettere in relazione alla risposta che si proponeva di dare al saggio del Barletti. Ingenhousz che vuol sottolineare il proprio interesse all'argomento dichiara di aver aggiunto anche lo stagno e il piombo. Prosegue poi descrivendo l'apparato con cui ha effettuato la prova, che passerà alla storia con il nome di "scatola di Ingenhousz". Dopo aver inserendo i fili



A lato, Benjamin Franklin  
in un ritratto di Joseph  
Duplessis (1785), North  
Carolina Museum of Art

neando le notizie riguardanti le esperienze sulla conducibilità termica dei metalli svolte secondo le indicazioni ricevute dall'Americano, segnala un errore grossolano di traduzione nel suo opuscolo sull'elettroforo fatto pubblicare a Parigi dall'editore Didot.

Anche nella lettera successiva del 7 aprile Ingenhousz richiama quella di dicembre nella quale aveva inserito la relazione sui diversi esperimenti fatti per stabilire la conducibilità termica dei metalli, eseguiti secondo le indicazioni date dall'interlocutore. Dichiarò inoltre che intende ripubblicare il volume sull'*electrophorus* aggiun-

gendo diverse note e un'introduzione nella quale verrà esposta la teoria frankliniana.

Il 23 maggio finalmente arrivano notizie mediante il comune conoscente il medico Le Begue de Presle<sup>9</sup> che informa il l'olandese che le sue lettere sono giunte a destinazione e Franklin ha risposto, tuttavia alcuni indizi fanno pensare che per motivi politici le risposte siano state intercettate, occorrerà pertanto che la posta sia recapitata a Parigi ai banchieri Tourton e Bair che provvederanno a spedirla a Vienna.

L'opuscolo riguardante l'*elettrophorus*<sup>10</sup> ampliato da numerose note e aperto da un'introduzione sulla teoria frankliniana verrà tradotto anche in tedesco.

La lettera del 29 agosto è tutta dedicata agli affari che Ingenhousz ha in corso con altri amici con Mr. Wharton di Filadelfia, del quale spera aver notizie attraverso Franklin. Nel p.s. l'autore informa F. di avere in corso la pubblicazione di un opuscolo sulla natura e l'uso dell'aria 'deflogisticata' e sul modo di rendere l'aria respirabile purificandola con estrema facilità con l'utilizzo di un piatto di rame.

di uguale lunghezza ad uguale distanza fra loro in un telaio di legno era passato poi ad immergerne l'estremità libera in un vaso di coccio nel quale aveva fatto sciogliere della cera che successivamente è stata fatta raffreddare sui fili a mo' di guaina. Successivamente, aveva immerso ad un uguale profondità per un tempo stabilito l'estremità opposta dei fili in una vaschetta nella quale era posto dell'olio d'oliva prossimo alla bollitura. Aveva poi preso accurata nota per ognuno dei fili della quantità di cera che si era fusa in un tempo prestabilito. La stessa procedura era stata ripetuta una dozzina di volte. Dall'esame era emerso che il miglior conduttore metallico di calore era di gran lunga l'argento, seguiva il rame, l'oro, lo stagno, il ferro, l'acciaio e il piombo. Le prove per determinare la conduzione del freddo avevano dato risultati diversi ma il metodo per rilevare la conduzione non viene spiegato in dettaglio<sup>8</sup>. Il restante della lettera non offre collegamenti con la nostra ricerca.

Il 7 febbraio 1781 l'olandese spedisce al Franklin una breve lettera nella quale richiama la precedente, sottoli-

*Nella pag. a lato un'incisione della banderuola folgorata della chiesa dei ss. Siro e Sepolcro di Cremona indagata dal Barletti*

La lettera successiva di Ingenhousz (8 dic 1781) si apre con un rimprovero all'amico che per tanto tempo lo ha lasciato 'languire' senza sue notizie. Un volume di opuscoli scientifici che egli aveva pronto per la stampa da più di 7 o 8 mesi, in mancanza di un suo assenso è tornato in dietro. Afferma poi che se l'esperimento sulla conducibilità termica dei metalli, di cui ha fatto all'amico un'accurata descrizione è anche un'anticipazione della risposta al panflet di Barletti, che gli era stato promesso che l'americano gli avrebbe inviato, vorrebbe mandare il manoscritto dell'intera collezione di esperienze al M.<sup>r</sup> Le Bègue de Presle perché provveda a farlo stampare immediatamente.

Trascorre altro tempo senza che pervengano missive di risposta e Ingenhousz nella lettera successiva del 24 aprile 1782. Neppure un cenno di risposta è stato dato alle lettere precedenti, tanto che lo scrivente si chiede se dopo anni di amicizia questa sia venuta meno ma, poiché egli è sicuro di non aver fatto nulla per comprometterla non rimane che pensare che gli alti impegni diplomatici in cui Franklin è assorbito gli rubino integralmente tutto il tempo. Il medico olandese manda all'amico una copia in tedesco del volume contenente le sue ricerche sulla fisiologia delle piante, l'edizione francese<sup>11</sup> è stata anch'essa ritardata di un anno e purtroppo non si sa quando vedrà la luce. I lavori di ricerca dell'Olandese sono stati stroncati sulle gazzette letterarie dal Priestley che nel presentare le teorie frutto di quelle ricerche è giunto quasi a ribaltarne le conclusioni tanto che i volumi non si vendono. La lettera si chiude con un appello a fargli avere notizie di Mr. Wharton di Filadelfia con il quale Ingenhousz ha stretto legami d'affari.

L'andamento dell'impresa commerciale di Mr. Wharton è l'argomento della lettera del 12 giugno, nella quale, solo in chiusura l'Olandese afferma di aver appreso dal dottor le Begue di

aver visto una lettera di Franklin a lui indirizzata ma non finita, lo prega quindi di spedirla così com'è.

Datata 21 giugno 1782 arriva finalmente la lettera di risposta tanto attesa di Franklin alla quale è unito lo scritto riguardante la banderuola di Cremona *An Attempt to explain the Effects of Lightning on the Vane of the Steeple of a Church in Cremona August 1777* il breve saggio col quale Franklin risponde all'*Analisi di un nuovo fenomeno di fulmine* del Barletti.

La lettera porta anche una data antecedente (Passy 2 ottobre 1781), nella prima parte Franklin, dopo aver espresso il piacere con cui risponde all'amico, si scusa se per il momento non ha trovato il tempo per fare una riflessione appropriata sulle esperienze sulla conducibilità termica dei metalli o per concludere le sue osservazioni sul fulmine italiano a causa sia di un feroce attacco di gotta che è durato alcuni mesi, sia per la sua naturale indolenza che purtroppo sta crescendo con l'età.

Prosegue poi dando ora una sia pur sommaria risposta a tutte le lettere precedenti. Tuttavia, alcune osservazioni sull'efficacia dell'esperimento condotto sulla conducibilità dei metalli che ne evidenziano i punti deboli ci portano a concludere egli ha mantenuto l'abituale

acutezza e capacità di cogliere le problematiche, poi, dopo aver ribadito il proprio dispiacere per aver causato un'ulteriore dilazione alla pubblicazione sul fulmine barlettiano, invita l'amico a non entrare in polemica con il Priestley ricordando che all'apparire della sua teoria, l'abate Nollet, dall'alto della sua reputazione lo aveva attaccato con un volume redatto in forma epistolare, ma mentre tutti si aspettavano da lui una adeguata risposta Egli non aveva affatto reagito né con un libro né altrimenti. Ed ora tutto ciò era dimenticato e la verità sembrava essere stabilita.

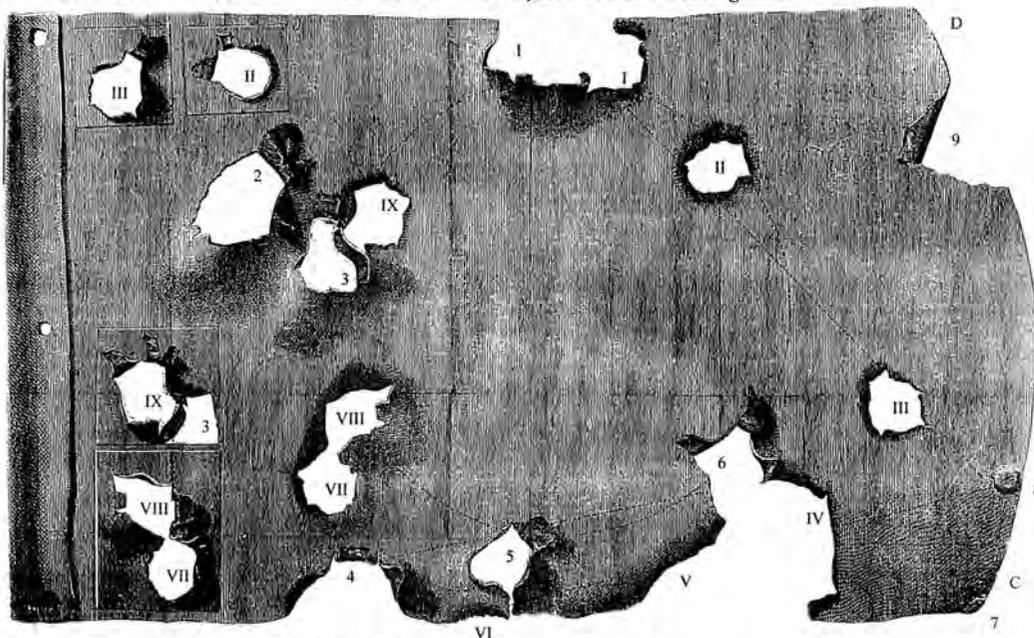
Evidentemente a questo punto era intervenuto un qualche motivo che aveva dilazionato la spedizione: la paura che la lettera venisse intercettata, più banalmente un impegno pressante che l'aveva relegata nel dimenticatoio sino all'arrivo della lettera dell'8 dicembre che fornisce a Franklin l'occasione per riprenderla in mano. Infatti la lettera prosegue con un'aggiunta datata 20 gennaio 1782 nella quale Franklin torna a scusarsi per i ritardi che le sue mancate risposte hanno causato alle pubblicazioni dell'amico, in quanto alla risposta all'opera barlettiana afferma:

«Mi riproposi di finire il mio scritto relativo alla banderuola di Padre Barletti, ma ho frainteso il suo libro e quanto ho scritto. Ora tenterò di farlo, ma i miei pensieri sono così impegnati in argomenti di tipo differente, che non posso con facilità concentrarmi su argomenti filosofici». <sup>12</sup>.

Anche questa volta l'arrivo di altri impegni ne avevano rimandato la spedizione. Poi un'occasione fortunata, la replicata disponibilità dell'ambasciatore imperiale a recapitare a Vienna la missiva aveva rimesso in moto la corrispondenza e quindi la lettera era conclusa da un'ultima parte datata 21 giugno 1782 a cui era unito il breve saggio che Ingenhousz attendeva ormai da anni.

Chi scrive ha ritenuto di pre-



*Lamina parte s AB e d. opposita ictum II. III. VII.VIII. IX. facies delineata rectangulis includitur**Lamina verfatilis supra Turrin ad DD Syri & Sepulcri duodeviginti ictibus alternatim in directis oppositis unico Fulmine trans fossa Cremonensi*

sentarlo nella traduzione da lui stesso realizzata invitando però gli studiosi a confrontarsi con il testo in lingua originale.

*Un tentativo di spiegare gli effetti del fulmine sulla banderuola del campanile di una chiesa di Cremona. Agosto 1777 al Dr. Jan Ingenhousz, archiatra cesareo<sup>13</sup>*

Quando il fluido sottile che noi chiamiamo fuoco o calore entra in un corpo solido, esso separa ulteriormente le particelle che lo costituiscono le une dalle altre, e ciò provoca la dilatazione del corpo aumentandone le dimensioni.

Introducendo una più grande quantità di calore si separa talmente le parti l'una dalle altre, che il corpo solido diventa liquido, fondendosi.

Un'ancora più grande quantità di calore separa le parti fra di loro talmente che esse perdono la loro mutua attrazione e acquistano una vicendevole repulsione per cui si allontanano l'una dall'altra sia gradualmente che di colpo con gran forza, a seconda che la forza separatrice sia introdotta in modo graduale o repentino.

Così il ghiaccio diventa acqua, e l'acqua vapore, vapore che si dice si espanda a 14.000 volte lo spazio che esso occupava allo stato liquido, e con una forza esplosiva in certe circostanze capace di produrre effetti grandiosi e violenti.

Così i metalli si dilatano, fondono esplodono. Le due prime [trasformazioni] ottenute per la graduale applicazione della potenza separatrice, e

tutti e tre nelle sue applicazioni repentine ad opera dell'elettricità artificiale o del fulmine.

Generalmente si suppone che il fluido [elettrico] nel passare attraverso una spranga o un filo metallico, attraversi l'intera sezione della spranga. Se l'asta in alcune sezioni è più piccola che in altre, la quantità di fluido, che non è sufficiente, a provocare alcuna modifica nelle sezioni i più grosse e più dense, può essere sufficiente a far dilatare, fondere o esplodere le [sezioni] di dimensione inferiore, poiché pur rimanendo la stessa la quantità di fluido che l'attraversa, la quantità di materia che viene interessata è meno di quella che agiva in precedenza.

Così l'anello di una catena di ottone che fa da conduttore, con una certa quantità di elettricità che l'attraversa è stata fusa nelle sezioni più piccole che formano il collegamento, mentre il resto non ha subito modifiche.

Così un sottile foglio di metallo tagliato in forma di carta e inserito in un mazzo, essendo stato colpito e attraversato dalla scarica di una grossa bottiglia [di Leida] è stato trovato inalterato nella parte più esterna fra **a** e **b**, fuso soltanto in alcuni punti posti fra **b** e **c**; fuso totalmente fra **c** e **d**, e la parte fra **d** e **e** ridotta in fumo per l'esplosione.

Il foglio di metallo, fuso soltanto in alcuni punti posti fra **b** e **c**, non essendo stato fuso [con continuità] l'intero spazio sembra indicare che il foglio metallico fosse nei punti fusi più sottile che nel rimanente, avendo

pertanto il passaggio della scarica sortito un effetto maggiore nelle parti più sottili.

Alcuni metalli fondono più facilmente che altri. Lo stagno più facilmente che il rame. Il rame che il ferro. Si suppone (sebbene non sia ancora provato) che quelli che fondono col minimo della potenza separatrice, comunque sia fuoco o fluido elettrico esplodono anche con una potenza inferiore.

Le esplosioni del metallo come quelle della polvere da sparo agiscono in tutte le direzioni. Così l'esplosione di una foglia d'oro tra lastre di vetro, frantumando il vetro, getterà i frammenti in tutte le parti della stanza, e l'esplosione del ferro o persino dell'acqua fra le giunture delle pietre in un campanile spargerà le pietre all'intorno in tutte le direzioni. Ma la direzione data dall'esplosione a queste pietre si deve ritenere diversa da quella del fulmine, che era stato occasione di quella esplosione di materiali che esso aveva incontrato nel suo passaggio tra le nuvole e la terra.

Quando corpi carichi di elettricità positiva si avvicinano a delle spranghe appuntite o a sottili lastre di metallo, queste sono più facilmente rese negative dalla forza repulsiva del fluido elettrico in quei corpi elettrizzati che allontanano la naturale quantità [di fluido elettrico] contenuta in queste spranghe o lastre assottigliate, sebbene [la carica] non avrebbe sufficiente vigore per allontanare la stessa quantità di corpi di dimensioni maggiori. Per cui queste punte, aste e lastre, essendo in uno stato negativo attirano verso di loro con maggior forza e in quantità superiore il fluido elettrico che viene loro reso disponibile, più di quanto non possano fare quei corpi, che si mantengono più vicino al loro stato naturale. E così una spranga appuntita riceve [fluido elettrico] non solo sulla sua punta, sebbene più visibilmente lì, e in tutte le

parti esposte della sua lunghezza. Per cui un ago tenuto tra dito e pollice e presentato al conduttore primario carico, dissiperà la carica più rapidamente se tenuto vicino alla cruna mentre il resto della sua lunghezza è esposto alle atmosfere elettriche, che se tutto, salvo un pollice della punta, è nascosto e coperto [dalla mano].

Il fulmine così differisce dai proiettili solidi e dai fluidi comuni proiettati con violenza, che sebbene il suo corso sia rapido è facilmente deviato per seguire la direzione di buoni conduttori. Ed è dubbio se alcuni esperimenti di elettricità ancora abbiano provato in maniera decisiva che il fluido elettrico nel suo violento passaggio attraverso l'aria quando una batteria è scaricata ha ciò che noi chiamiamo un *momentum*, che lo farebbe continuare nella sua corsa in linea retta sebbene un conduttore prossimo a quel percorso ne offra uno con differente direzione o addirittura contraria; o che esso abbia una forza capace di spingere in avanti o abbattere gli oggetti contro i quali si imbatte, anche se a volte li buca. Questo sembra non indicare che le forature siano fatte dalla forza di un proiettile che le attraversi, ma piuttosto dall'esplosione o dilatazione provocate dal passaggio di una sottile vena del fluido.

Una tale esplosione o dilatazione dovuta ad una vena di fluido passante attraverso una carta fa nascere sbavature attorno al foro a volte da una parte, altre volte dall'altra ed altre ancora da entrambe a seconda della disposizione reciproca delle parti della carta vicina alla superficie, senza nessun riguardo alla direzione del fluido.

Grandi ringraziamenti sono dovuti all'ingegnoso filosofo che esaminò la banderuola a Cremona, e che si diede la pena di descrivere con così grande precisione gli effetti causati dal fulmine su di essa e a comunicarne la descrizione. Il fatto è estremamente curioso. Ed è bene che venga meditato. Egli invita a queste consi-

derazioni. E ha onestamente dato la sua opinione. Egli desidera con sincerità ricevere quella di altri, sebbene possa accadere che differiscano dalla sua. È dal confronto pacato piuttosto che dalle contrapposizioni accese che scaturisce più facilmente la verità. Io darò liberamente la mia opinione, come la si chiede, sperando si possa provare che è quella vera; e prometto a me stesso, in caso contrario, di farmi un punto d'onore nel riconoscere alla fine francamente il mio errore e di essere riconoscente a chi cortesemente me l'ha dimostrato.

Attraverso la relazione fatta sul colpo di fulmine sul campanile a Cremona, appare che l'asta in ferro o il perno attorno al quale la banderuola ruotava era di circa due pollici di circonferenza e terminava in una croce sopra la banderuola, mentre l'estremità inferiore era fissata in un piedistallo di marmo.

Che la lamina della banderuola era di rame larga 8 o 9 pollici e circa 12 di lunghezza. Che era spessa quasi una linea grossa vicino al campanile, e diventava insensibilmente più sottile verso l'altra estremità, dove il suo spessore non eccedeva i tre quarti di linea; il peso [era] di 20 once.

Che il rame era stato rivestito di stagno.

Che il piedistallo di marmo venne spezzato dal colpo in molti pezzi; sparsi sopra il tetto, nel giardino e nella corte di un edificio vicino. Un pezzo venne gettato alla distanza di 40 piedi. Il campanile fu danneggiato e spostato, e la banderuola venne proiettata sul tetto della canonica distante 20 piedi dal campanile.

Che la banderuola venne perforata in 18 punti, i fori di forma irregolare e il metallo che li occupava spinto in fuori, in alcuni punti da una parte della banderuola in altri dalla parte opposta. Il rame mostrava di essere stato in parte fuso, e in alcune parti rame e stagno fusi e amalgamati insieme. C'erano segni di bruciature in parecchi punti.

Le parte lesionate intorno a cia-

*Nella pag a lato, Benjamin Franklin incisione rappresentante la sostanziale egualianza di effetti fra la folgorazione naturale dovuta ai fulmini e la scarica provocata artificialmente attraverso una "bottiglia di Leida"*

scun foro sono piegate all'infuori essendo rivolte all'indietro dalla loro posizione piatta originale sebbene evidentemente un poco assottigliate e dilatate non sono sufficienti a riempire l'area [bucata].

Dagli effetti descritti è chiaro che la potenza del fulmine che cadde sul campanile a Cremona era molto grande.

Essendo la banderuola una lastra sottile di rame, i suoi fori e le pieghe possono essere considerati come una serie di punti, che erano quindi più rapidamente in grado di essere resi negativi [elettricamente] dalle forze repulsive di una nuvola che si stava approssimando, di quelli di una croce di ferro spessa e smussata, che fu probabilmente colpita per prima e successivamente divenne il conduttore di quella grande quantità [di fluido elettrico].

La lastra della quale la banderuola era fatta era più spessa dalla parte del campanile e andava assottigliandosi gradualmente dalla parte opposta era probabilmente ricavata non mediante la laminazione del rame fra rulli che lo avrebbe lasciato di uguale spessore ma il metallo era stato spianato a martellate. La superficie del rame laminato è per lo più piana e uniforme, quella martellata è generalmente disuguale con cavità create dai colpi del martello.

In queste impressioni concave il metallo è più sottile che attorno ad esse, e probabilmente ancor più sottile in prossimità del centro di ogni impressione.

Il fulmine che nel passare attraverso la banderuola non era sufficiente a fondere le parti più spesse, poteva essere sufficiente a fondere le più sottili (6)(7)(8)(9) e ammorbidire quelle che avevano dimensioni intermedie.

Quella parte dello stagno (18) che ricopriva la parte più sottile, essendo più facilmente fusibile e esplosiva che il rame (10) può probabilmente essere esplosa quando il rame fu soltanto fuso. Le bruciature che com-

paiono in numerose parti sono la prova dell'esplosione.

Ci poteva essere probabilmente più stagno nelle impressioni concave delle martellate. da una parte della lastra che sulla parte convessa di queste impressioni dall'altra. Da qui una più forte esplosione nei punti concavi.

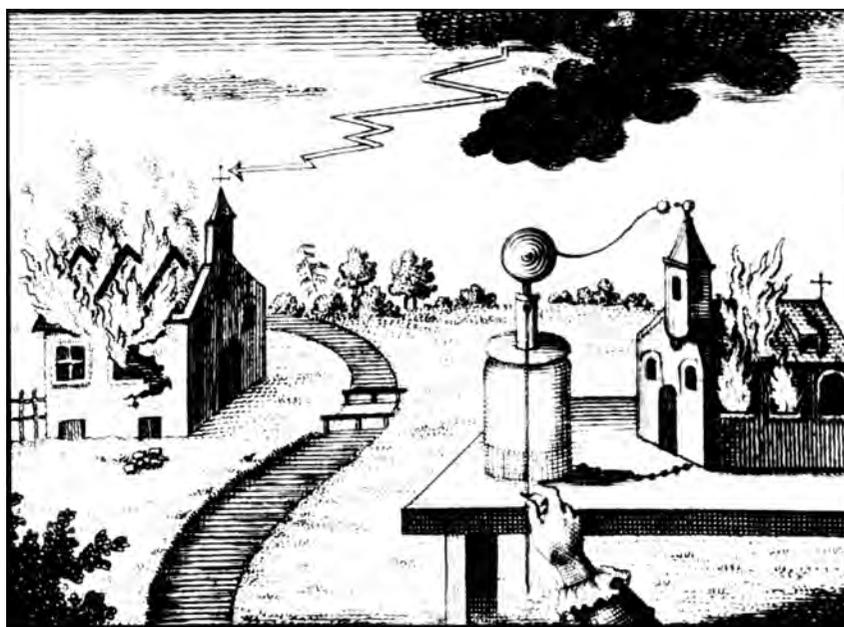
La natura di queste esplosioni è di agire violentemente in tutte le direzioni, e in questo caso essendo vicine alla lastra esse agiscono contro questa da un lato, mentre dall'altro si scaricano [a vuoto] nell'aria.

Quelle parti assottigliate della lastra essendo nello stesso istante parzialmente fuse e parzialmente rese tanto malleabili da esser prossime alla fusione; quest'ultime furono spinte via a creare un buco, e alcune delle parti fuse evaporarono; pertanto non venne lasciato metallo abbastanza da riempire gli spazi vuoti, collo spianare le parti curvare al loro posto.

Le impressioni concave generate dalle martellate essendo indifferentemente fatte su entrambi le facce della lastra, è naturale, che la spinta in fuori dell'esplosione del metallo ammollato sia avvenuta su entrambe le facce della lastra in proporzioni pressoché uguali.

Che la forza di una semplice esplosione elettrica è grandissima come appare dall'esperimento di Ginevra in cui una scintilla tra due fili immersi nell'olio in un bicchiere, ruppe la coppa, lo stelo e la base del bicchiere tutti mandati in frantumi.

L'esplosione elettrica del metallo agisce con ancora più forza. Una strisciolina di foglia d'oro non più larga di una paglia che esplose fra due spesse lenti di vetro, ridurrà il vetro in pezzi sebbene le lenti fossero tenute ferme da una forte pressione. E tra due lastre di marmo tenute premute l'una contro l'altra da un peso di 20 libbre, alzerà il peso. È necessaria una forza molto minore per spostare le



parti fuse o ammolate di una lastra di rame sottile.

Questa spiegazione delle condizioni della banderuola, è tratta da ciò che da sempre noi sappiamo dell'elettricità e degli effetti del fulmine. Il dotto autore della relazione ne dà una differente ma molto ingegnosa che egli ricava dalle medesime condizioni. La materia spinta via dai fori è trovata, quella di alcuni da una parte della lamina quella di altri dall'altra. Allora, da qui egli suppone che essi [i fori] siano stati ocasionati (se ben intendo il suo pensiero) da correnti o da filetti fluidi di materia elettrica di differente e opposto segno, che si precipitavano violentemente gli uni contro gli altri e che si sono incontrati con la banderuola che si trovava incidentalmente collocata, in modo tale da trovarsi con precisione nel posto del loro incontro, dove venne forata da tutti, tutti essi colpendola da ambo i lati nello stesso istante. Questo è comunque un avvenimento così straordinario da essere secondo la stessa opinione dell'autore perlomeno miracoloso. «Passeranno forse più secoli prima che ritorni fralle infinite combinazioni un caso simile a quello della banderuola, che ora abbiamo per mano. Forza è che si esaurisca una non più udita miniera di fulmini sopra una grande città, pressoché seminata di campanili e di banderuole, il che è rarissimo; e può ancora più volte ciò succedere, senza che s'incontri giammai un'altra banderuola tanto opportunamente situata tra i limiti della fulminea esplosione»<sup>14</sup>.

Ma, sebbene la spiegazione che l'autore dà, alla luce di queste evidenze della banderuola, non mi sod-

disfi, non sono così sicuro della mia da proporre che venga accettata senza che sia stata confermata dalla prova sperimentale. Chi ha delle potenti batterie elettriche

può cimentarsi in questa impresa.. – Costruisca una piccola banderuola di carta, e punteggi entrambi le facce con l'attaccare piccoli pezzi di foglia d'oro, non esattamente in corrispondenza gli uni degli altri. Poi indirizzi l'intera forza della batteria contro la banderuola, in maniera che entrando da una parte di essa esca dall'altra. Se il metallo esplose immagino che esso troverà il modo di fare dei fori nella carta, spingendo via le parti strappate dalla parte opposta al metallo. – Un esperimento più costoso. ma forse più soddisfacente potrebbe essere realizzare una banderuola, la più esatta possibile, simile a quella in questione in tutti i particolari della sua descrizione, e sistemarla su di un alto palo piantato su una qualche collina soggetta ai colpi di fulmine, con il miglior conduttore a terra che non il legno del palo; se questa venisse colpita nel corso di pochi anni e su di lei apparissero gli stessi effetti, sarebbe ancor più miracoloso supporre che ciò accadesse per un caso fortuito successivamente e che essa fosse esattamente collocata dove quei filetti fluidi di differente elettricità la attraversassero per incontrarsi.

La perforazione del vetro di una bottiglia quando è sovraccaricata è immagino [36] un caso differente, e non spiegabile con nessuna di queste due ipotesi. – Bene, non posso supporre che la rottura [del vetro] sia ocasionata dal passaggio dell'elettricità attraverso esso, dal momento che una bottiglia sebbene così rotta nella scarica è sempre stata trovata in grado di trasmettere intorno nel suo modo usuale la quantità di carica con cui era caricata. Allora la rottura non avviene

mai se non all'istante della scarica indiretta dovuta all'uno o all'altro dei conduttori o per aver oltrepassato i bordi del vetro. Così io sono stato presente quando una batteria di venti [bottiglie] di vetro fu scaricata dal conduttore principale e produsse gli stessi effetti nella sua circolazione come se nessuno fra queste bottiglie fosse stata bucata; anche se esaminandole noi ne troviamo non meno di dodici in questa situazione di rottura. Quindi essendo tutte le bottiglie della batteria unite da un collegamento che unisce tutte [le armature] esterne e da un altro che unisce tutte quelle interne, se una di queste fosse stata forata dal passaggio dirompente dei differenti tipi di elettricità che si incontravano prima della scarica avvenuta attraverso il conduttore principale non avrebbe soltanto impedito il passaggio dell'elettricità dal circuito comune ma avrebbe salvato il resto delle sue compagne conducendo l'intera scarica attraverso il proprio varco. E non è facile concepire come 12 bottiglie su 20 dovessero essere così forti egualmente da sopportare l'intera forza della loro carica finché il circuito della loro scarica era aperto e poi essere egualmente così deboli da rompersi tutte quante quando il peso di quella carica fosse scaricato aprendo il circuito. - In un altro momento vi esporrò la mia opinione circa quest'effetto se voi lo desiderate.

Ho tratto il resoconto di questo colpo di fulmine da un opuscolo italiano, intitolato *Analisi d'un nuovo Fenomeno di Fulmine*, la dedica del quale è sottoscritta *Carlo Barletti delle Scuole Pie*, il quale suppongo ne sia l'autore. Siccome non comprendo perfettamente questa lingua, è possibile che in alcuni casi abbia frainteso il significato delle affermazioni del Filosofo. Comunque desidero, mio caro amico, che voi non permettiate che questo scritto sia pubblicato, sino a che voi non l'abbiate comparato e valutato con l'articolo originale, e non mi abbiate comunicato le vostre

considerazioni e correzioni. - Non vorrei in ogni caso che apparisse con il mio nome, siccome forse potrebbe essere occasione di dispute e io non ho tempo per dedicarmi a loro».

L'arrivo del saggio di Franklin colma di riconoscenza l'animo di Ingenhouz che risponderà il 20 agosto 1782:

«Fui molto contento di ricevere la vostra lettera contenente la spiegazione del colpo di fulmine in Cremona e un'altra lettera datata 4 Giugno che ebbi in mano prima di ieri. Ricevete i miei più sentiti ringraziamenti per entrambi questi favori»<sup>15</sup>

Nella lettera inoltre egli avanza obiezioni al suggerimento ricevuto da Franklin sull'esperienza, fatto sulla conduzione del calore nei metalli, là dove aveva suggerito di rimescolare l'olio per garantire uniformità di temperatura. Questa operazione se uniforma la temperatura del liquido impedisce che i fili immersi abbiano ognuno profondità costante ed uguale. Aggiunge poi

«Non sono stato ancora capace di trovare una copia dell'opuscolo del padre Barletti sul colpo di fulmine di Cremona. Non è stato trovato qui, ma mi sforzerò di trovarlo in Italia; sebbene io creda che voi abbiate correttamente inteso il significato dell'autore; siccome ricordo avendo percorso velocemente gli avvenimenti di quando io ero con Voi a Passy»<sup>16</sup>

Segue il 2 ottobre una lettera nella quale può annunciare all'amico:

«Ho trovato alla fine un resoconto dell'opuscolo del Padre Barletti in un giornale italiano e lo rileggerò attentamente per un'ulteriore spiegazione delle note che voi foste così buono da inviarmi».<sup>17</sup>

Seguono poi altre lettere<sup>18</sup> nelle quali l'argomento banderuola non compare tanto da sembrare completamente dimenticato, mentre sembra prospettarsi l'eventualità di un viaggio di Franklin in Italia. Poi a distanza di un anno, il 29 aprile 1783, la banderuola di Cremona riprende la scena, Ingenhouz annuncia

all'amico il successo di un'esperienza da lui progettata che sembra confermare coi fatti le ipotesi avanzate dal filosofo americano:

«Ho messo in atto una gran serie di esperimenti con un apparato delle più forti batterie con una superficie dell'armatura di 33 piedi quadrati, riuscendo perfettamente nell'imitare il fenomeno che accadde alla banderuola di un campanile di Cremona. Ritagliai la banderuola in una sottile lamina di stagnola con questa forma e grandezza, la suddivisi in numerose parti fissandone un pezzo da una parte di un cartoncino e il successivo alternativamente dalla parte opposta lasciando fra ciascuna parte uno spazio non coperto, che è a dire sistemare i pezzi così in modo che fosse lasciato un certo spazio fra l'orlo di un pezzo e l'orlo di un pezzo corrispondente dall'altra parte in maniera tale che l'esplosione fosse obbligata a passare, non in maniera perpendicolare ma per lo più in diagonale attraverso la carta per saltare da un pezzo di metallo all'altro. Le sbavature di tutti i fori risultanti era da entrambi i lati del cartoncino, ma in generale più forte da quella parte dove la scarica era uscita per colpire il pezzo metallico su quel lato. Una gran parte di ogni pezzo metallico era parzialmente esplosa e in parte fusa. Dove erano solamente fusi si potevano osservare diversi piccoli buchi i cui bordi erano stati chiaramente fusi, e in quelli non si poteva distinguere in che direzione il metallo fuso fosse principalmente spinto fuori. Alcuni di questi fori avevano una parte dei loro bordi slabbrati in una direzione e in quella opposta (nello stesso buco). Dove trovai due fori in un unico pezzo di metallo, trovai anche due fori nella carta opposta ai due fori colpiti nel metallo. In alcuni di questi esperimenti ho coperto entrambe le superfici del cartoncino con un pezzo di carta per mezzo della ceralacca, ma entrambe queste carte vennero tutte stracciate in brandelli e il metallo fuso si sparse per tutta la stanza alla distanza di parecchi passi. Tentai inoltre di imitare il fenomeno in questa maniera: appiattii un filo di rame col martellarlo e allora lo tagliai rastremandolo, la scarica della batteria dissipò una grande quantità di

questo in fumo, i bordi furono frantumati e fusi ma in nessuno di [...] io ho potuto [...] Pertanto io penso che non sia impossibile imitare gli effetti del fulmine di Cremona col dirigere una scarica elettrica attraverso una banderuola di questo tipo; e farò più esperimenti a questo proposito.

Nell'ultimo scritto, che Voi siete stato così buono da inviarmi sul fulmine di Cremona, Vi siete offerto di darmi se lo desideravo la vostra opinione circa gli effetti da Voi menzionati sulla scarica di una batteria ad opera di una verga metallica, esplosione con la quale dodici bottiglie su venti furono perforate nonostante il fuoco elettrico trovasse un passaggio aperto. Ora la imploro di farmi il favore di illuminarmi su questo argomento.»<sup>19</sup>

La risposta di Franklin entusiasta dell'esperienza realizzata arrivò a stretto giro di posta:

«Sono contento che voi abbiate fatto l'esperimento che citate e con successo. Voi troverete che i fori non sono stati fatti dall'impulso del fluido elettrico che si muoveva in una certa direzione, ma dalle circostanze dell'esplosione delle parti del materiale; e penso anche probabilmente alla mia spiegazione dei fori della banderuola, vale a dire che ci fu l'esplosione dello stagno contro una parte della lamina di rame che era quasi prossima alla fusione e perciò facilmente attraversabile dall'esplosione una parte da un lato e un'altra dall'altro lato come avvenne.

L'esplosione di 12 bottiglie ad un tempo io suppongo sia dovuta a piccole bolle d'aria all'interno del vetro o a granelli di sabbia, nei quali una certa quantità di fluido elettrico era stata forzata e compressa mentre la bottiglia veniva scaricata; e quando la pressione era stata repentinamente annullata scaricando la bottiglia, quella porzione confinata per la sua forza espansiva aveva causato la rottura. Le mie ragioni per pensare che la carica non passi da questi fori la troverete in un'ulteriore



lettera; e io penso che voi troverete che con o senza rivestimento e forzato da entrambe le parti dell'esplosione di queste piccole bolle.»<sup>20</sup>

Si approssima il momento della pubblicazione, che a questo punto non sarebbe affidata alla sola teoria ma si potrebbe giovare anche delle evidenze sperimentali, e i problemi che erano stati sino ad allora accantonati emergono con il giusto rilievo. Scrive Ingenhousz a Franklin da Vienna il 15-agosto 1783:

«Nel raccogliere gli scritti filosofici che io possiedo di voi, ho trovato difficile il modo di soddisfare alle vostre richieste di non citare il vostro nome nello scritto che voi mi avete indirizzato sul lavoro del padre Barletti. Non posso non essere coerente con la regola di equità e di veridicità e presentarlo come mio, e ancor meno per il lavoro di un autore ignoto, perché il vostro nome uscirebbe comunque e avrebbe una certa aria di mistero. Siccome è scritto in uno stile molto chiaro e allo stesso tempo molto semplice non può irritare nessuno, e pertanto voi mi obbligate a chiedervi di ritirare la vostra richiesta e mi darete il permesso di pubblicarlo così com'è. Le note che aggiungerò saranno quelle che vi ho scritto sul mio perfetto imitare gli effetti del fulmine di Cremona attraverso una forte esplosione elettrica. Lo stesso Padre Barletti lo accoglierà con piacere. Esso gli darà una nuova possibilità di mettere in chiara e evidente luce i fenomeni naturali. Egli è molto lontano dall'essere un lucido filosofo. Tutti i suoi scritti sono tutt'altro che chiari, ma prolissi e confusi come quelli di padre Beccaria. Essi opprimono la mente dei lettori, senza rischiare le difficoltà, io ho osservato che coloro che magnificano la maggior

parte dei propri lavori, in realtà non hanno il coraggio di andare oltre.<sup>21</sup>

Conscio di avere toccato un tasto dolente, il medico olandese si affrettò ad introdurre un argomen-

to che è certo desterà l'interesse dell'interlocutore ma allontana il punto controverso, fornendoci così un aneddoto divertente:

«Se voi ricordaste alcuni dettagli delle circostanze e conseguenze delle due scariche elettriche dalle quali voi foste colpito incidentalmente e gettato a terra. Vi sarei molto obbligato se me le comunicaste, perché non li ho trovati descritti nei vostri lavori. Siccome gli effetti di una simile scarica dalla quale io fui colpito furono seguiti da alcune particolarità notevoli vorrei compararli con quelli da voi sperimentati. La bottiglia [di Leida] dalla quale io fui colpito conteneva circa 32 pinte. Essa era prossima ad essere totalmente caricata quando io ricevetti la scarica del conduttore collegato a questa bottiglia. La scarica entrò nella mia tempia (dal punto d'angolo della mia testa). Poi entrò nella mia fronte e passò attraverso il mio braccio sinistro, nel quale tenevo la catena comunicante con l'attacco dell'armatura esterna della bottiglia. Io non vidi né udii l'esplosione della scarica dalla quale fui gettato a terra. Persi i sensi, la memoria, la capacità di intendere e anche il sano giudizio. La mia prima sensazione fu di dolore alla fronte. Il primo oggetto che vidi lo stipite della porta. Misi assieme le due sensazioni e pensai di essermi ferito al capo contro l'architrave in legno della porta., la qual cosa era impossibile perché la porta era larga e alta. Dopo aver risposto in maniera inadeguata a diverse domande che mi erano state rivolte dalle persone presenti nella stanza, decisi di andare a casa. Ma rimasi alquanto sorpreso che, sebbene l'incidente fosse accaduto in un edificio

che era nella stessa strada dove io abitavo, tuttavia rimanessi più di due minuti a ragionare da che parte dovessi dirgermi per tornare a casa, a destra o a sinistra. Trovata finalmente la mia abitazione e riflettendo che la mia memoria era diventata debolissima ritenni più prudente mettere per iscritto gli avvenimenti accaduti. Mi misi davanti al foglio intinsi la penna nell'inchiostro, ma quando mi chinai sul foglio, mi accorsi di avere interamente dimenticato il saper leggere e scrivere e di non sapere più che fare con la penna, come un selvaggio che non conosce che una tale arte è stata scoperta. Questo mi gettò nel panico, perché temetti che sarei rimasto per sempre un idiota. Pensai più prudente andare a letto. Dormii passabilmente bene e quando il mattino seguente mi svegliai sentii ricomparire il dolore alla fronte e vi trovai un segno rosso, ma le mie facoltà mentali erano a quel momento non solo ritornate, ma con la più viva gioia avvertivo e costatavo che la mia capacità di giudizio si era fatta infinitamente più acuta. Mi sembrava di vedere in maniera molto più chiara le difficoltà di ogni cosa e ciò che precedentemente mi pareva difficile da capire era ora diventato comprensibile e di facile soluzione, trovavo comunque in tutto il mio essere una vivacità che mai avevo osservato prima. L'esperienza, fatta per caso su me stesso e della quale vi darò a suo tempo un'anticipazione mi ha indotto ad informare alcuni dottori dei pazzi di Londra, come il dottor Brook, per tentare un esperimento simile sui pazzi ritenendo che come io ho trovato in me stesso le mie facoltà mentali aumentate e come il mondo ben conosce, che le vostre facoltà mentali se non aumentate dalle due scariche che avete ricevuto, non sono state certamente menomate da esse, esso può forse essere un rimedio per restituire le facoltà mentali quando sono perse, ma non ho potuto persuadere nessuno della cosa<sup>22</sup>.

Seguono questa lettera altre missive di Ingenhousz all'amico senza che l'argomento banderuola venga ripreso, interrotte solo da una breve ma significativa comunicazione di Franklin che annuncia come il lungo lavoro da lui svolto abbia finalmente dato i suoi frutti:

«Domani verrà firmato il trattato definitivo che sanziona la pace oggi in Europa e in America. Possa essa continuare il più a lungo».<sup>23</sup>

A questa lettera è unita la copia di una seconda indirizzata a Joseph Banks, presidente della Royal Society di Londra sui palloni volanti, un argomento che, grazie alle ascensioni promosse dai fratelli Mongolfier e ai voli di Pilâtre de Rozier e dei numerosi emulanti, sta guadagnando seguaci in tutta Europa. Così, seguendo la moda del momento, crescerà pure il suo peso nella corrispondenza fra i due amici. Tuttavia il fulmine cremonese non è definitivamente dimenticato e, alla vigilia del Natale 1783, Franklin invia la risposta alla richiesta che gli era stata rivolta:

«Fate quello che vi pare con i miei scritti, e fra gli altri quello della banderuola».<sup>24</sup>

Come è noto, in seguito, dello scritto del Franklin, che avrebbe potuto essere corredato dalle molte esperienze fatte da Ingenhousz, non si fece nulla: né un opuscolo, né comparve sotto forma di lettera, magari riassunta in un giornale letterario e neppure come articolo in un volume miscellaneo.

Termina quindi qui la nostra indagine per ciò che riguarda i documenti disponibili, lasciandoci l'imbarazzo di interpretare il motivo della mancata pubblicazione. La spiegazione più ragionevole sembra vada ricercata nello scarso entusiasmo dell'autore, sentimento che traspare dalla laconicità dell'assenso, unito alla caduta di interesse dell'argomento trattato, -erano trascorsi più di tre anni dalla pubblicazione dell'opera del Barletti- il tempo aveva fatto la sua parte rendendo lo scritto inattuale, o, come aveva detto Barletti in un'occasione analoga: "lo scritto avrebbe avuto il sapore di una minestra riscaldata". Altri interessi come i palloni volanti, in quei giorni, mettevano a rumore il mondo letterario, motivi che non potevano non influenzare Ingenhousz, studioso di valore, ma non insensibile agli umori dei salotti letterari.

<sup>1</sup> ALESSANDRO LAGUZZI, *Carlo Barletti Benjamin Franklin e ... un nuovo fenomeno di fulmine*, in «URBS», 2008, n. 2, pp.108-112;

<sup>2</sup> (Senza autore, ma Carlo Barletti), *Analisi d'un nuovo fenomeno di fulmine ed Osservazioni sopra gli usi medici della elettricità*, in Pavia, Nella stamperia del R. Monistero di S. Salvatore per Giuseppe Bianchi, 1780

<sup>3</sup> Ingenhousz Jan, Nato a Breda in Olanda nel 1730, si laureò all'Università di Lovanio in medicina che praticò sviluppando al contempo interessi scientifici prima di trasferirsi in Inghilterra (c. 1764), dove lavorò con John Pringle. Fu probabilmente grazie a quest'ultimo che in questo periodo conobbe Franklin. Fu sempre Pringle che lo inviò a Vienna per inoculare la famiglia reale d'Austria contro il vaiolo (1768). Venne nominato medico cesareo alla corte di Giuseppe II e Maria Teresa d'Austria (1769-79), sebbene viaggiasse in Inghilterra con Franklin e Jonathan Williams, Jr. nel 1771. Franklin attraverso i suoi buoni uffici tentò di assicurarsi l'appoggio Austriaco per la causa Americana durante la guerra di indipendenza. Oltre agli studi in campo elettrico evidenziati in questo scritto condusse ricerche sull'aria deflogisticata (ossigeno) in particolare scoprì come le piante esalino durante la notte anidride carbonica, mentre durante il giorno producono ossigeno. Per queste sue ricerche che lo portarono alla pubblicazione del suo più importante lavoro (*Experiments upon vegetables: discovering their great Power of purifying common air in sun-shine, and of injuring it in the shade and at night: to which is joined, a new method of examining, the accurate degree of salubrity of the atmosphere/by John Ingen-Housz* (London, printed for P. Emsly and H. Payne 1779), è considerato lo scopritore della fotosintesi. Ricordiamo fra l'altro che un'altra ricerca condotta da Ingenhousz portò alle prime osservazioni sui moti browniani. Nel 1779, Ingenhousz ritornò in Inghilterra dove continuò a coltivare i suoi interessi medici e scientifici fino alla sua morte nel 1799.

<sup>4</sup> Carlo Barletti nella prefazione al secondo tomo della sua *Fisica particolare e generale* cit., (pp. XII-XVI) ricorderà come l'aver osservato «alcuni mazzi di cartoncini bianchi forati colla scintilla elettrica all'uso del Symmer» dalla potente macchina in uso nel Gabinetto fiorentino, mostratigli dall'abate Fontana furono determinanti nel rivedere le proprie impostazioni teoriche sui fluidi elettrici. Cfr. FERDINANDO ABBRI, *La «spranga elettrica»: Frisi e l'elettricità*, in *Ideologia e scienza nell'opera di Paolo Frisi (1728-1784)* a cura di GENNARO BARBARISI, Franco Angeli, Milano, 1987, pp. 179-180; cfr. anche A. LAGUZZI, *Per una biografia* cit., pp. 30-36.

<sup>5</sup> *Franklin: risponde alle domande del Dr. Ingenhousz*, dopo il 3 May 1780, Tutte le lettere citate in questo articolo si trovano in: Digital Edition by The Packard Humanities Institute: *The Papers of Benjamin Franklin*. Sponsored

by. The American Philosophical Society and Yale University, nel sito: [http:// franklinpapers.org/franklin/](http://franklinpapers.org/franklin/). Riportiamo il testo in lingua originale: «When a strong Explosion is directed through a Pack of Cards or a Book, having a Piece of Tinfoil between several of its Leaves, the Electrical Flash makes an Impression on some of those metallic Leaves, by which it seems as if the Direction of the electric Explosion had gone from the Outside towards the Inside, when on the other metallic Leaves, the Impression is in such a Direction that it indicates the Current of electrical Fire to have made its way from the Inside of the Phial towards the Outside; so that it appears to some Electricians, that in the time of the Explosion of an Electrical Phial, two Streams of electrical Fire rush at the same time from both Surfaces, and meet or cross one another. Answer».

<sup>6</sup> *Ibidem*: «Those Impressions are not Effects of a moving Body, striking with Force in the Direction of its Motion; they are made by the Burs rising in the neighbouring perforated Cards, which rise accidentally sometimes on one Side of a Card, sometimes on the other in consequence of certain Circumstances in the Form of their Surfaces or Substances or Situations. In a single Card supported without touching others while perforated by the passing Fluid, the Bur generally rises on both Sides, as I once show'd to Mr Symmer at his House. I imagine that the Hole is made by a fine Thread of El. Fluid first passing, and augmented to a bigger Thread, at the Time of the Explosion, which obliging the Parts of the Card to recede every way, condenses a Part within the Substance, and forces a Part out on each side, because there is least Resistance».

<sup>7</sup> Ricordo che la pubblicazione del più importante studio di Ingenhousz su questi temi *Experiments upon vegetables: discovering their great Power of purifying common air ...* risaliva all'anno precedente.

<sup>8</sup> I have made up of the several metal wires you was pleased to give me. You remember you gave me a wire of five metals all drawn thro the same hole Viz. one, of gould, one of silver, copper steel and iron. I supplied here the two others Viz. the one of tin the other of lead. I fixed these seven wires into a wooden frame at an equal distance of one an other and equally pressed by means of screws to fix them, so that they all were of the same length as far as they were out of the wooden frame, which length was of about 5 parish inches. I got a tin box made on purpose some what longer than the row of the seven metals and about 6 inches diep. This box being filled with white wax was placed in an earthen vessel filled with boiling water. The wax being thus melted must have every where the same degree of heat, when thoroughly melted. This being done, I dipt the seven wires into this melted wax as deep as the wooden frame, by which they were all kept in a row, would admit of. By taking them out they

were covered with a coat of wax, which by the cold air soon con-gealed, when I found that this crust was there about of an equal thickness upon all the wires, I placed them all in a glazed earthen vessel full of olive oil heated to some degrees under boiling, taking care that each wire was dipt just as far in the oil as the other, which certainty I obtained by taking a vessel which I filled to the hight of about one inch with the hot oil and plunging the wires to the bottom of this vessel. I observed carefully upon which of the wires the coat of wax did melt the soonest. But as it is not an easy thing to observe at once 7 objects, I placed, after each experiment, the wires upon a vertical line or one paralel with the wire I was to examine and marked exactly the place where the wax was remained opaque or not melted. Now, as they had been all dipt alike at the same time in the same oil, it must follow, that the wire, upon which the wax had been melted the highest, had been the best conductor of heat. Having repeated many times the experiment, I found, that the silver conducted heat far the best of all other metals, next to this was copper, then gold, tin, iron, steel, Lead. I have carefully transferred the 12 first experiments upon the paper inclosed; each interstice of two black lines representing a wire, and the smal red lines representing the ex-act hight at which the melting of the wax had stopped in the several experiments, the horizontal line representing the extremity of the wires. It appears, that in four experiments the iron and steel had conducted alike; but as in the 8 others the iron had been a better conductor than the steel, I fancy that in those experiments, in which the wax was melted in both at the same hight, the coat of wax had been some what thicker upon the iron than upon the steel, which is not easily observable by the eye. I Suspect the same circumstance may have happened in the three experiments viz. the III the V. and the XIIth with respect to the tin *Stannum*. Come si vede è la descrizione di quella che diventerà la "cassetta di Ingenhousz" uno strumento didattico presente ancor oggi in molti gabinetti di fisica e chimica.

<sup>9</sup> Lebègue de Presle, Achille-Guillaume (1735-1807) Scienziato e medico, amico e corrispondente di Franklin su vari argomenti scientifici, letterari su argomenti personali. Amico e medico di Rousseau. Amico anche di Jean-Hyacinthe Magellan e di Jan Ingenhousz. Uno scrittore prolifico di argomento medico. Si laureò alla facoltà di medicina a Parigi (1760). Fu collaboratore della «Bibliothèque physico-économique». Era fratello di Louis Lebègue de Presle Duportail combattente dell'indipendenza americana.

<sup>10</sup> INGENHOUSZ, JAN, *Electrical Experiments to Explain how far the Phenomena of the Electrophorus may be accounted for by Dr. Franklin's Theory*, (1778); WILLIAM HENLY, *Observations and Experiments Tending to*

*Confirm Dr. Ingenhousz's Theory of the Electrophorus; And to Shew the Impermeability of Glass to Electric Fluid.* in «Philosophical Transactions of the Royal Society of London», Vol. 68, (1778), pp. 1049-1055

<sup>11</sup> INGENHOUSZ, JAN. *Expériences sur les végétaux: spécialement sur la propriété qu'ils possèdent à un haut degré, soit d'améliorer l'air quand ils sont au soleil, soit de le corrompre la nuit, ou lors qu'ils sont à l'ombre : auxquelles on a joint une méthode nouvelle de juger du degré de salubrité de l'atmosphère.; tr. de l'anglois par l'auteur*, Paris : Chez P. Fr. Didot le jeune, 1780

<sup>12</sup> *Franklin to Ingenhousz*, Passy, Oct. 2. 1781[-June 21, 1782]«I did propose to finish my Paper relating to the Weathercock of Pere Barletti, but had mislaid his Book & what I had written. I will now endeavour to do it; but my Thoughts are so employ'd in Matters of a different kind, that I cannot easily fix them on philosophical Subjects».

<sup>13</sup> *An Attempt to explain the Effects of Lightning on the Vane of the Steeple of a Church in Cremona, August 1777.* Address'd to Dr John Ingenhousz, C. & Archiat. Cæs. &c &c

<sup>14</sup> In italiano nel testo

<sup>15</sup> From Jan Ingenhousz to Franklin, Vienna Aug. 20th. 1782, I Was very happy in receiving your letter containing the explication of the stroke of lightning at Cremona, and an other, dated July 4th, which came to hand before yesterday. Recieve my most harty thanks for both these favours

<sup>16</sup> *Ibidem*, I have not yet been able to find a copy of the pamphlet of Pere Barletti on the stroke of lightning at Cremona. It is not be got here, but I will endeavour to get it from Italy; tho I believe you have rightly understood the meaning of the author, as I remember of having run over the performance when I was with you at Passy.

<sup>17</sup> *From Jan Ingenhousz to Franklin*, Oct. 2 1782 , «I got at last an account of Pere Barlett's pamphlet in an italian journal and will peruse it for the farther elucidation of the notes you was so good as to send me.»

<sup>18</sup> *From Ingenhousz to Franklin*, Vienna, 27 novembre 1782; *Ingenhousz a Franklin*, Vienna, 29 novembre 1782; *Ingenhousz a Franklin*, Vienna, 28 Gennaio 1782; *Ingenhousz a Franklin*, Vienna, 26 febbraio 1783, *Ingenhousz a Franklin*, Vienna 8 aprile 1783.

<sup>19</sup> *From Jan Ingenhousz to Franklin*, Vienna Aprile 29th. 1782, «I have made a great deal of experiments with one of the strongest batteries, having three and thirty feet square surface coated, and have succeeded perfectly in imitating the phenomenon which happened on the vane of a Steeple at Cremona. I cut a vane of thin foil of this form and size I cut it in several pieces sticking one piece on the one side of a card and the following alternately at the

opposit side of it, leaving between each some space not covered, that is to say placing the pieces thus, that there was some space left between the edge of one piece and the edge of the corresponding piece at the opposit side, so that the explosion was obliged to pass, not a direct, but somewhat in a diagonal way thro the card to leap from one piece of metal to the other. The burr of all the holes was on both side of the Card but in general stronger at that side, where the flash went out to get at the metal piece on that Side, A great part of every piece of metal was partly Exploded, partly melted. Were it was melted only, several small holes were observable, whose edges had been manifestly melted, and in those I could not distinguish which way the melted metal was chiefly driven outwards; but in some pieces of metal one hole, in some two were observed, whose edges were bended indifferently toward the one and the other side the middel part of it being exploded. Some of those holes had a part of their edges turn'd the one way and an other part (in the same hole) the other way. Where I found two holes in one piece of metal, I found also two holes in the card opposit the holes struck in the metal. In some of these experiments I had Covered both surfaces of the card with a piece of paper by means of sealing wax. but both those papers wher all torn to rags and the melted metal flew thro the room at the distance of several paces. I tried also to imitate the phenomenon in this way. I flatted a copper wire by hamering it and then cut it in a tapering way: the explosion of the battery dissipated a great deal of it into smoak, the edges were ragged and had been in a melted condition, but in none of them I could as yet discover any real tho I think it not impossible to imitate the effect of the lightening at Cremona by directing an electrical blast thro a vane of this nature: and I will make more experiments to this purpose. In the last paper you was so good as to sınd me about the lightning of Cremona, you have proposed to give me, if I desire it, your opinion about the effect you mention there of an explosion of a battery by a discharging rod, by which explosion twelve jarrs out of twenty where perforated notwithstanding the electric fire found an open passage. Now I begg earnestly the favour of being instructed on this head. Give me leave allso to remind you of the theory of the new fire place in which the smoak is burn'd.

<sup>20</sup> Franklin to Jan Ingenhousz, Passy, May 16. 1783, «I am glad you have made the Experiments you mention, and with Success. You will find that the holes are not made by the Impulse of the Fluid moving in certain Directions, but by Circumstances of Explosion of Parts of the matter; and I still think my Explanation of the Holes in the Vane probable, viz. that it was the Explosion of Tin against Parts of the Copper Plate, that were almost in a State of Fusion, and therefore easily burst

thro', either on one Side or the other as it happened. The Bursting of the 12 Bottles all at once, I take to be owing to small Bubbles in the Substance of the Glass, or Grains of Sand, into which a Quantity of the Electric Fluid had been forc'd and compress'd while the Bottles were charging; and when the Pressure was suddenly taken off by discharging the Bottles, that confin'd Portion by its elastic Force expanding caused the Breach. My Reasons for thinking that the Charge did not pass by those Holes you will find in a former Letter; and I think you will always find that the Coating within and without is forced both Ways by the Explosion of those Bubbles.»

<sup>21</sup> *Ingenhousz a Franklin*, Vienna il 15-agosto 1783: «In collecting what philosophical anecdotes I possess of you, I find it difficult, how to comply with your request of not mentioning your name in the paper you adressed to me on father Barletti's work. I can not, consistent with the rules of equity and veracity, give it for my own, and even less for a performance of an anonymous author; for than your name would be equally gessed, and it would have some appearance of mystery. As it is written in a Very polite, and at the same time very modest stile it can't hurt anyone, and therefore you would oblige me to withdraw your request and give me leave to publish it as it is. The notes, which I will add to it, will be what I wrote to you about my perfectly imitating the effects of the lightning at Cremona by a strong electrical explosion. Father Barletti him self will recieve it with pleasur. It will give him a new specimen of putting explications of natural phenomena in a clear and obvious light. He is very far from being a clearheaded philosopher. All his writing are nearly as dark, diffuse and perplexed as those of Father Beccaria. They vex and tire the readers mind, without clearing up the difficulty. I have observed, that those who extol the most their works, had in reality not had the courage to goe thro them».

<sup>22</sup> *Ibidem*, «If you should remember some particularities about the circumstances and consequences of the two electrical explosions, by which you was hit by accident, and struck to the ground, you would oblige me to communicate them to me, as I doe not find them in your works. As the effect of a similar stroke by which I was struck was followed by some remarkable particularities. I should like to compare them which [with] those you have experienced. The yarr [jar] by which I was Struck, contained about 32 pints. It was nearly fully charged when I recived the explosion from the conductor supported by that jarr. The flash enter'd the corner point of my hat. Then, it entred my forehead and passed thro the left hand arm, in which I held the chaine communicating with attached to the outward Coating of the yarr. I neither saw, heard nor [sensed?] the explosion stroke by which I was Struck down. I lost all my senses, memory, understand-

ing and even sound judgment. My first sensation was a peine on the forehead. The first object I saw was the post of a door. I combined the two ideas together and thought I had hurt my head against the horizontal piece of timber supported by the pos[ts?], which was imposib[le] as the door was wide and high. After having answered unadequately to some questio[ns] which were asked me by the people in the room, I determined to go home. But I wa[s] some what surprised that, though the accident happened in a hous in the same street where I lodged, yet I was more than two minutes considering whether, to go hom[e,] I must go to the right or to the left hand. Having found my lodgings, and consider[ed?] that my memory was become very weak, I thought it prudent to put down in writing th[e] history of the case. I placed the paper before me, dipt the pen in the ink, but when I applied it to the paper, I found I had entirely forgotten the art of writing and reading and did not know more what to doe with the pen, than a savage, who never knew there was such an art found out. This Struck me with terror, as I feared I should remain for ever an idiot. I thought it prudent to go to bed. I slept tolerably well and when I awaked next morning I felt found still the peine on the forehead and found a red spot on the place: but my mental faculties were at that time not only returned, but I feld the most lively joye in finding, as I thought at the time, my judgment infinitely more acute. It did seem to me I saw much clearer the difficulties of every thing, and what did formerly seem to me difficult to comprehend, was now become of an easy solution. I found moreover a liveliness in my whole frame, which I never had observed before. This experiment, made by accident, on my self, and of which I gave you at the time an account, has induced me to advise som[e] of the London mad-Doctors, as Dr Brook, to try a similar experiment o[n] mad men, thinking that, as I found in my self, my mental faculties impro[ved] and as the world well knows, that your mental faculties, if not improved [by] the two strooks you received, were certainly not hurt by them, it might perhaps be [?] a remedie to restore the mental faculties when lost: but I could never persuade any one to. Sull'argomento cfr. Beaudreau, Sherry Ann; Finger Stanley. *Medical electricity and madness in the 18th century: the legacies of Benjamin Franklin and Jan Ingenhousz*, in «Perspect. Biol. Med. (United States)» 49 (2006), n. 3, pp. 330-45.

<sup>23</sup> Franklin a Ingenhousz, Passy Sept. 2, 1783: «To morrow is to be signed our Definitive Treaty, which establishes for the present the Peace of Europe and America. Long, long, may it continue!»

<sup>24</sup> Franklin a Ingenhousz, Passy Dec. 24, 1783: «Do what you please with my Papers, and among the rest that of the Wethercock».