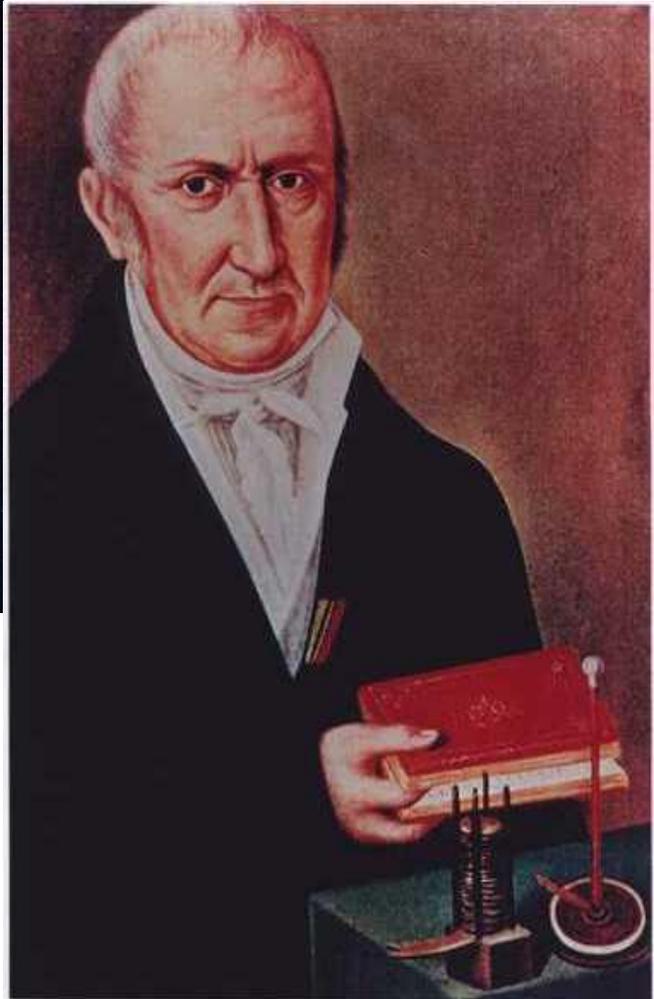




L'eredità di Galvani e Volta



Docente: Patrizia Cassieri

Classe: 4°G

a. sc. 2017/2018

L'eredità di Galvani e Volta

Questo breve percorso storico-scientifico parte dalle prime esperienze e scoperte dei Nostri due e attraversa la disputa teoretica che gli stessi provocarono in seno al mondo scientifico del tempo.

All'epoca della disputa si formarono due fazioni, i Galvaniani e i Voltiani.

Volta, il fisico, tendeva a ridurre tutto a proprietà dei corpi inerti.

Galvani, il biologo, tendeva a considerare la struttura degli organismi viventi.

L'importanza della pila di Volta farà passare in secondo piano le disquisizioni teoriche. Volta viene considerato il vincitore della controversia.

Dopo un trentennio o più di discredito l'opera di Galvani e la sua ipotesi dell'elettricità animale, "*negli animali c'è una particolare macchina capace di generare un disequilibrio*", vengono rivalutate e Du Bois Reymond inizierà i suoi esperimenti di **elettrofisiologia**.

Entrambi i contendenti avevano ragione: è vero, come diceva Galvani, che l'organismo umano produce corrente elettrica al suo interno; ma è anche vero, come sosteneva Volta, che il contatto di metalli diversi genera una differenza di potenziale

La disputa accademica tra Galvani e Volta ha contribuito a vivacizzare l'ambiente dell'epoca nello studio su *l'elettricismo*, ha portato alla nascita di una nuova disciplina scientifica, l'elettrofisiologia, all'invenzione della pila, alla disponibilità di sorgenti affidabili di corrente elettrica e quindi allo sviluppo dell'elettromagnetismo. Le conseguenze a più lunga scadenza sono state enormi. Si può affermare che una disputa teoretica ha portato a grandi progressi tecnologici che hanno trasformato l'economia e la società.

Luigi Galvani – note storiche

9 settembre 1737 - Luigi Galvani nasce a Bologna in via delle Casse n.13 (oggi via Marconi).

14 luglio 1759 - Si laurea in Medicina e il giorno dopo in Filosofia all'Università di Bologna. Galvani dedica tutta la vita allo studio della medicina, della chirurgia, dell'anatomia, dell'ostetricia e della fisica. I suoi più importanti esperimenti riguardano gli effetti dell'elettricità sugli animali, in particolare sulle rane. Importanti anche gli esperimenti con elettricità artificiale (macchina elettrostatica) e naturale (fulmini).

1762 - Sposa Lucia Galeazzi, figlia dell'anatomista, medico e fisico Domenico Galeazzi. Lucia sarà sua preziosa collaboratrice.

1763 - Diventa lettore in Medicina all'Università di Bologna.

26 gennaio 1781 - Galvani osserva il primo "salto della rana" toccando con un coltello anatomico i nervi crurali dell'animale, mentre scocca a distanza una scarica elettrica da una macchina elettrostatica.

1782 - Diventa professore di Ostetricia all'Istituto delle Scienze di Bologna.

1791 - Pubblica il *De viribus electricitatis in motu musculari. Commentarius*, dove ipotizza l'esistenza di un'elettricità intrinseca agli animali.

1794 - Pubblica l'Arco conduttore.

1795 - Compie il suo unico viaggio a Rimini e Senigallia per studiare i pesci elettrici.

1797 - Pubblica le Memorie.

1796-1798 - Le truppe di Napoleone occupano la città di Bologna e nasce la Repubblica Cisalpina. Galvani rifiuta di prestare il giuramento di fedeltà imposto dal regime, viene allontanato dall'Istituto delle Scienze e privato della sua pensione (verrà reintegrato pochi mesi dopo la morte come Professore Emerito).

4 dicembre 1798 - Muore.



Galvani anatomista, medico e ostetrico

Galvani, come i medici più illustri di Bologna, esegue dimostrazioni di anatomia nella propria casa e, in particolari ricorrenze ufficiali, in pubblico, inserendosi in una tradizione che risale al XIV secolo. Il luogo in cui Galvani effettua le sue anatomie "ostensioni" pubbliche è la sala del Teatro Anatomico costruito nel 1631.

L'elettricità animale

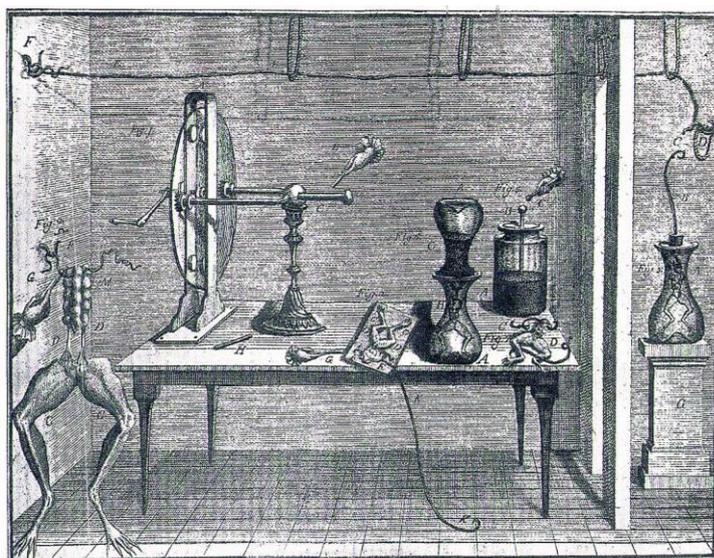
.... "Le mie ricerche sono iniziate in questo modo. Avevo tagliato e preparato una rana (alla solita maniera), e, a tutt'altro scopo, l'avevo messa su una tavola, ove era una macchina elettrica, lasciandola però del tutto separata dal conduttore di questa, anzi posta a non breve distanza; non appena uno dei miei aiutanti, per caso, toccò colla punta di una lancetta, pur lievemente, i nervi interni crurali della rana, subito si videro tutti i muscoli degli arti contrarsi in tal modo, da sembrar caduti in convulsioni toniche violente. Un altro di coloro che ci assistevano in questi esperimenti elettrici ebbe l'impressione che il fenomeno avvenisse nel momento in cui dal conduttore della macchina scoccava la scintilla. Colpito dalla novità dell'osservazione, subito egli mi avvertì, mentre io pensavo a tutt'altro e stavo riflettendo tra me. Allora fui preso da un'incredibile curiosità e desiderio di ritentare io stesso l'esperimento e di spiegare il mistero del fenomeno"

Dal *De viribus electricitatis in motu musculari*.

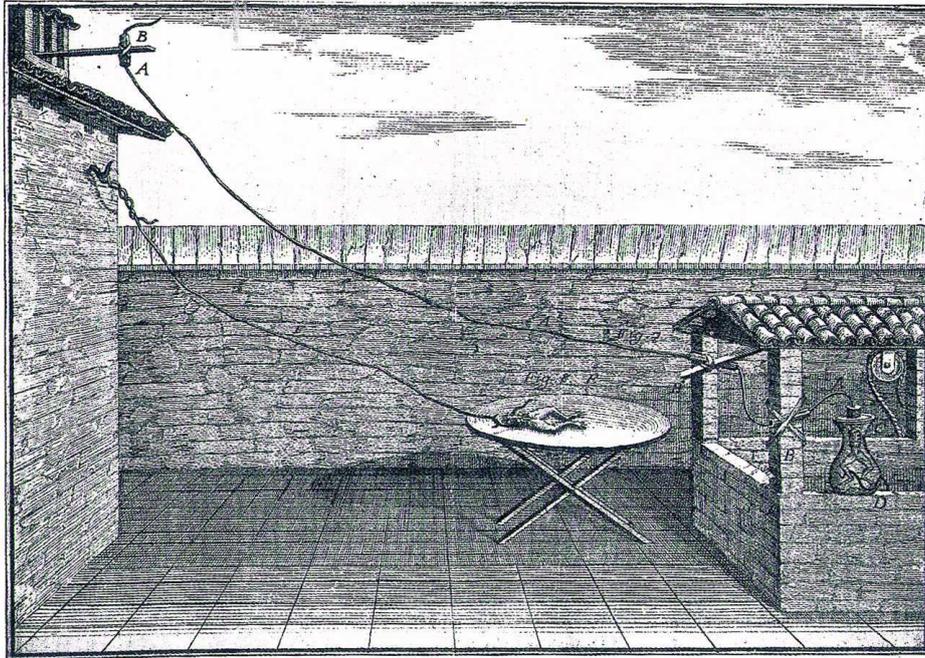
Questa è la prima rivelazione delle onde elettromagnetiche!

Le rane di Galvani: tavole originali del *De Viribus*

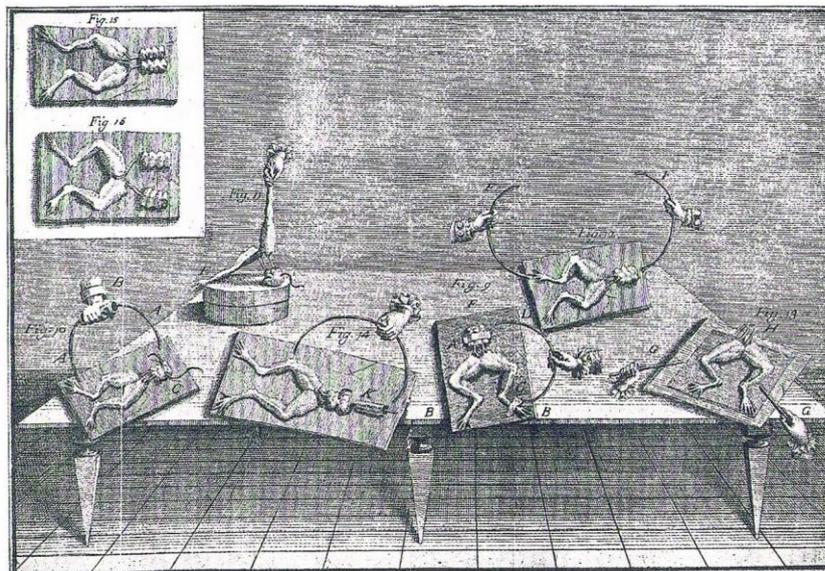
- 1) Rana "preparata alla solita maniera" per l'esperimento con la "macchina elettrostatica" e la "bottiglia di Leida".



- 2) Il "rivelatore di scariche atmosferiche" di Galvani: la mezza rana, con i nervi crurali collegati all'asta del parafulmine e con i muscoli collegati all'acqua del pozzo, agisce come un *coherer antelitteram*, un rivelatore delle onde elettromagnetiche emesse dal fulmine.



- 3) Dettagli delle rane "preparate alla solita maniera" per gli esperimenti e degli archetti metallici usati per sollecitare le contrazioni.



Alessandro Volta – note storiche

18 febbraio 1745 – Alessandro Volta nasce a Como.

1762 – Inizia gli studi presso la scuola dei gesuiti. Legge il *De rerum naturae* di Lucrezio e scrive un carme in latino sulle più recenti scoperte di fisica.

1763 – Finisce gli studi nel Seminario, e nonostante le pressioni della famiglia per una carriera forense, continua a coltivare il suo interesse per i fenomeni naturali.

1769 – Publica il suo primo lavoro di fisica.

1775 – Costruisce "l'elettroforo perpetuo"; ottiene la cattedra di Fisica presso il Ginnasio di Como.

1776 – Scopre e studia l'aria infiammabile delle paludi (metano).

1777 – Costruisce la pistola a gas infiammabile, la "lampada perpetua" a gas infiammabile e l'eudiometro.

1778 – È nominato professore di Fisica sperimentale all'Università di Pavia.

1780 – Realizza il micro elettroscopio, poi trasformato nell'elettroscopio condensatore.

1781-1784 – Intraprende viaggi di studio in Savoia, Svizzera, Germania, Olanda, Francia, Inghilterra e Austria.

1791 – Publica le leggi sulla dilatazione isobara dell'aria.

1792 – Inizia la disputa con Galvani.

Fine novembre 1799 – Costruisce la pila a corona di tazze e a colonna, e ne comunica l'invenzione alla Royal Society.

Novembre 1801 – Espone le sue ricerche all'Institut de France alla presenza di Napoleone Buonaparte, che propone per Volta una medaglia d'oro.

1802-1804 – Diventa Senatore del Regno d'Italia ed è nominato conte.

5 marzo 1827 – Muore a Como.



Volta fisico e chimico "pneumatico"

Nell'estate del 1776 sul Lago Maggiore, mentre in barca costeggia un canneto, Volta vede salire a galla, e poi svanire nell'aria, bollicine gassose in gran copia. Raccoglie il gas, ne scopre il carattere infiammabile, lo chiama aria infiammabile delle paludi (**metano**). La possibilità di provocare l'esplosione di una miscela di gas infiammabile mediante una scintilla anche in un ambiente chiuso, lo porta a costruire un interessante dispositivo, poi chiamato **pistola di Volta**. Inoltre realizza una **lampada perpetua** a gas infiammabile. Negli anni 1786 - 1792 si occupa di meteorologia elettrica e studia le proprietà fisico-chimiche degli aeriformi, arrivando a determinare, dieci anni prima di Gay-Lussac, la legge di dilatazione uniforme dell'aria. È il primo ad indicare con chiarezza che i fiumi permanenti sono alimentati dai ghiacciai.

Volta "fisico elettrizzante"

Volta inizia la sua carriera entrando nel mondo dei "fisici elettrizzanti" con un lavoro in latino nel quale critica le teorie dell'epoca. Poi realizza nel 1775 l'**elettroforo**, uno strumento che utilizza l'induzione elettrostatica per produrre elettricità senza strofinio.

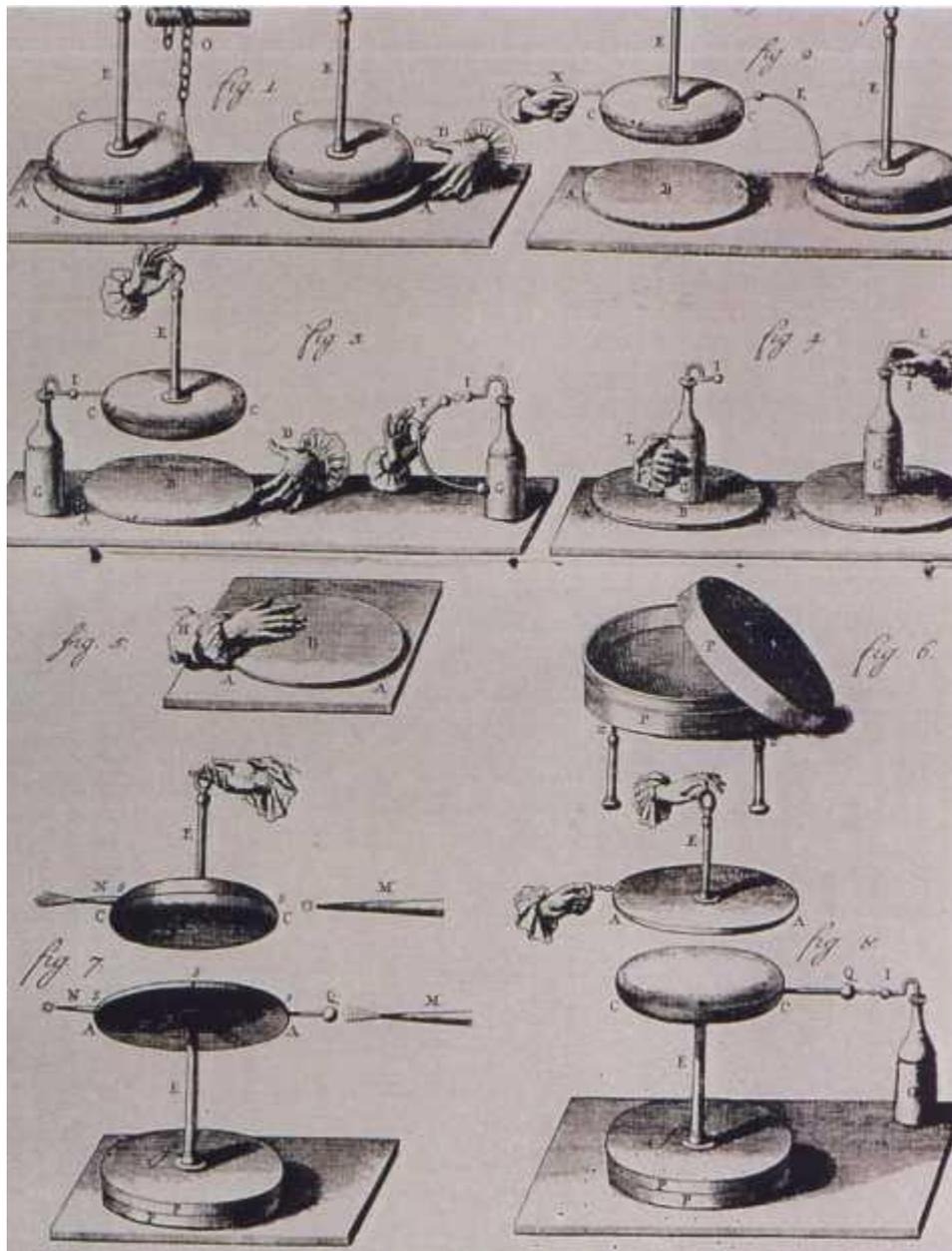
Nel 1782 descrive uno strumento in grado di rivelare piccolissime quantità di elettricità: il micro elettroscopio o **condensatore** dell'elettricità. L'apparato è costituito da due dischi conduttori separati da un sottile strato isolante. Si mette in comunicazione il piatto superiore con il conduttore carico, mentre con un dito si tocca quello inferiore. Tolti i contatti, si alza il piatto superiore e si verifica con un elettroscopio che esso è elettrizzato. Volta modifica poi l'apparato, unendolo direttamente ad un elettroscopio. *"Sopra uno dei soliti elettrometri a bocchetta (...) avvito un piattello leggermente incrostato di ceramica; il quale poi, per avere un ottimo condensatore, il copro di un altro simile piattello nudo che lo combacia a dovere, guarnito di un manico, per poterlo comodamente levare e riporre"*. Per spiegare il funzionamento dello strumento, ricorre al concetto di capacità elettrica e determina una relazione fra tensione, capacità e quantità di carica, formula fondamentale dell'elettrostatica. Forte della convinzione che *"può farsi [niente] di buono, se le cose non si riducono a gradi e misure, in Fisica particolarmente"*, Volta modifica gli elettroscopi allora in uso, e realizza degli strumenti di misura lineari ed universali della tensione elettrica.

Divide i conduttori in due tipi: metallici (di 1° classe) e di 2° classe. Entrambi determinano lo squilibrio elettrico.

Nel 1799 Volta inventa la **pila**, che lui chiama Organo elettrico artificiale nella lettera che il 20 marzo 1800 invia alla Royal Society.

Con la pila viene messa a disposizione della ricerca e dell'applicazione pratica una nuova grandezza fisica, la corrente elettrica.

L'elettroforo e il condensatore di Volta



La pila di Volta originale



La prima legge di Volta

Al contatto tra due metalli diversi che si trovano alla stessa temperatura, si stabilisce una differenza di potenziale, caratteristica della natura dei due metalli e indipendente dall'estensione del contatto. [Il fenomeno descritto prende il nome di **effetto Volta**]

La seconda legge di Volta

In una catena di conduttori metallici, che si trovano alla stessa temperatura, la differenza di potenziale tra i due metalli che si trovano all'estremità della catena è la stessa che si avrebbe se essi fossero messi a contatto diretto l'uno dell'altro. [Se i due estremi della catena sono della stessa natura, non si stabilisce alcuna differenza di potenziale]

La terza legge di Volta

Anche tra due metalli della stessa natura si produce una differenza di potenziale, se essi sono gli estremi di una catena della quale fanno parte almeno due metalli diversi, con interposto un conduttore di seconda specie [Soluzioni acquose di sali, acidi e basi].



Pila di Volta a colonna

Collezione del Liceo Mamiani

Costruttore sconosciuto

Ideatore A. Volta

Fine XIX sec.

Legno, zinco, ottone, rame, feltro

Altezza 315 mm

Inv. 1151

Modello del primo generatore di corrente continua. La pila è così definita perché si compone di una serie di dischi sovrapposti. La sequenza dei materiali utilizzati è la seguente: rame, zinco e feltro. Quest'ultimo viene bagnato con acqua acidula. Tra i due estremi della colonna (poli) si stabilisce una differenza di potenziale che produce una corrente continua in un conduttore esterno. Fu ideata da Alessandro Volta (Cammago, Como 1745 – ivi 1827) che utilizzava "*...30, 40, 60 pezzi, o più di rame...applicati ciascuno a un pezzo di... zinco e un numero uguale di strati d'acqua, o di qualche altro umore che sia miglior conduttore dell'acqua semplice, come acqua salata...*".

LA DISPUTA

La controversia tra Galvani e Volta inizia nel 1792, dopo la pubblicazione del *De viribus*. Galvani teorizza l'esistenza di un'elettricità intrinseca all'animale, che, messa in circolo da un arco bimetallico esterno, produce la contrazione dei muscoli. Per Galvani, il muscolo della rana, oltre ad essere un rivelatore sensibilissimo è un serbatoio di elettricità che fluisce attraverso i nervi e che funziona come una bottiglia di Leida. Volta legge il *De viribus*: meravigliato e con grande entusiasmo, ripete gli esperimenti. Ben presto, però, la sua opinione si discosta da quella di Galvani. Sulla base di nuovi esperimenti, Volta dirige la sua attenzione sull'arco conduttore bimetallico che collega il nervo al muscolo e accentua il fenomeno: si convince della presenza di un'elettricità artificiale dovuta ai due metalli, che considera come motori di elettricità. Egli sintetizza le sue idee nella famosa frase:

È la diversità de' metalli che fa.

Questa complessa vicenda può essere schematizzata in riferimento ad alcuni momenti particolarmente importanti.

Galvani: 1781 Primo Esperimento

Sperimentando con rane decapitate e lasciate nella parte superiore con i soli nervi crurali e midollo spinale, egli si accorge che se i nervi della rana sono toccati da un conduttore metallico in presenza di una scarica elettrica a distanza, si verificano delle contrazioni. L'interpretazione, difficile, vede Galvani propendere per un'azione di stimolo esterno da parte di atmosfere elettriche materiali su un'elettricità animale che si scarica.

Galvani: 1786 Elettricità atmosferica

Galvani prosegue le sperimentazioni per sei anni e nel 1786 prova con successo che le contrazioni avvengono anche in presenza di scariche di elettricità atmosferica se la rana è poggiata su una lastra metallica.

Galvani: 1786 Secondo Esperimento

Poggiando la rana su una ringhiera metallica, Galvani si accorge che le contrazioni avvengono anche senza scariche elettriche esterne, solamente per lo stabilirsi del collegamento metallico tra nervo e muscolo. Scartata l'ipotesi di un effetto dovuto al metallo, Galvani, che nota contrazioni più forti in caso di contatto stabilito tramite un arco bimetallico, si rafforza nell'idea di un'elettricità animale. Ipotizza che il muscolo della rana sia un serbatoio dell'elettricità che fluisce attraverso i nervi, un condensatore, e che funzioni come una bottiglia di Leida, che si scarica al contatto tra armatura interna (i nervi ne costituiscono l'elettrodo) ed esterna (superficie dei muscoli).

Galvani: 1791-1792

I risultati di dieci anni di sperimentazione sono pubblicati nel 1791 a Bologna.

Volta: 1792 Prime Reazioni

Volta riceve il lavoro nel marzo del 1792 ed affronta immediatamente il problema conscio che si tratti di fenomeni della massima importanza. Si dedica con passione alla sperimentazione ed all'interpretazione. Scopre così che due metalli sono necessari per ottenere contrazioni quando si sperimenta con animali interi; che i metalli possono essere "elettromotori", cioè che l'elettricità delle contrazioni non è prodotta all'interno degli animali, ma è prodotta dai metalli attraverso i quali si stabilisce il contatto e che le rane funzionano solo come dei sensibili elettroscopi. Tra il 24 marzo ed il 5 maggio scrive la prima memoria in cui dà una spiegazione alternativa del primo esperimento di Galvani riconducendo le contrazioni a distanza all'azione di atmosfere elettriche immateriali.

Volta: 1792 Teoria speciale del contatto

Nella terza memoria arriva alla conclusione che i conduttori di prima classe (metalli) di specie diverse hanno un potere elettromotore che si genera nel punto di contatto tra essi e i conduttori di seconda classe (umidi). Volta aveva modificato l'elettrologia pur di non accettare l'elettricità animale. Questa interpretazione, conosciuta come teoria speciale del contatto, gli valse la medaglia Copley.

Galvani: 1794 Terzo Esperimento

Nel 1794 i galvanisti producono ulteriori nuove evidenze a favore dell'elettricità animale. La vittoria di Galvani sembra certa, le nuove esperienze sono senza dubbio clamorose.

Volta: 1795 Teoria generale del contatto

Volta non abbandona la partita e afferma che: "È la diversità de' conduttori che è necessaria", indipendentemente se siano metalli o umidi. Fin qui però Volta pur essendo riuscito a reinterpretare tutte le esperienze di Galvani, non aveva prodotto nuovi elementi.

Volta: 1797 L'elettrometro condensatore

Nel 1797 Volta supera queste difficoltà. Nel 1794 realizza un elettrometro condensatore, che permette di misurare piccolissime quantità di carica, tramite una diminuzione di capacità ed un conseguente aumento della tensione. Finalmente Volta raggiunge la rilevazione dello sbilanciamento del fluido senza utilizzare la rana.

Galvani: 1797 Memorie a Spallanzani

Galvani è oramai in difficoltà, pubblica ulteriori memorie con qualche nuova esperienza nello stesso 1797 e riafferma le differenze con Volta:

"Egli vuole questa elettricità la stessa che quella comune a tutti i corpi

io, particolare e propria dell'animale;

egli pone la causa dello sbilancio negli artifizi che si adoprano, e segnatamente nella differenza dei metalli

io, nella macchina animale;

egli stabilisce tal causa accidentale ed estrinseca

io, naturale ed interna;

egli in somma tutto attribuisce ai metalli, nulla all'animale

io, tutto a questo, nulla a quelli, ove si consideri il solo sbilancio".

Volta: 1799 La pila

Alla fine del 1799 Volta inventa lo strumento che più lo renderà famoso: la pila. Ne offre una descrizione in due versioni, a corona di tazze ed a colonna, ma basa l'interpretazione su coppie di elementi Argento - Zinco separate da un conduttore umido. Ciò vuol dire che Volta considera il contatto bimetallico come il vero motore di elettricità e rifiuta l'interpretazione chimica.

Volta: 1801-14 L'identità dei due fluidi

Il successo dello strumento fu ovviamente straordinario. Napoleone, membro dell'Institut des Sciences volle solennemente premiare Volta nel 1801. Volta, il cui programma si era oramai esaurito, non coglie i nuovi elementi di dibattito che la pila stessa creava (interpretazione chimica, contrasto con l'approccio coulombiano), ma ribadisce l'unicità del fluido elettrico con quello galvanico, preoccupato ancora di negare l'elettricità animale.

L'importanza della pila di Volta fa passare in secondo piano le disquisizioni teoriche. Volta viene considerato il vincitore della controversia e l'elettricità animale, che aveva suscitato la speranza di applicazioni mediche, viene accantonata.

Dopo un trentennio o più di discredito o di silenzio, Stefano Marianini e Leopoldo Nobili riprendono gli esperimenti di Galvani. Carlo Matteucci, forlivese, interpreta correttamente gli ultimi esperimenti dello scienziato bolognese, introducendo il cosiddetto potenziale di lesione. Scopre anche il potenziale d'azione del nervo, nonostante non ne dia una corretta interpretazione. È sulla base degli studi di Matteucci che Du Bois Reymond inizierà i suoi esperimenti di **elettrofisiologia**.

L'opera di Galvani e la sua ipotesi dell'elettricità animale, "*negli animali c'è una particolare macchina capace di generare un disequilibrio*", vengono rivalutate.

Solo a metà del secolo scorso tale macchina viene identificata nelle membrane cellulari.

Il suo volto è stato scelto per essere rappresentato sulla banconota italiana del valore di 10.000 lire



SITI interessanti

<http://alessandrovolta.it/>

<http://ppp.unipv.it/VoltaGalvani/>

<http://www.bo.infn.it/galvani/cultura-estero/eredita-galvani-volta.html>