



# ELETTRICITÀ ANIMALE

**P**ur notando che le contrazioni sono più intense in caso di contatto elettrico stabilito tramite un arco bimetallico, Galvani ritiene che questo esperimento dimostri in modo chiaro la presenza di un'elettricità intrinseca dell'animale, messa in circolo dal contatto metallico.

Ipotizza che la rana sia un serbatoio di elettricità che fluisce attraverso i nervi e che si comporti come una bottiglia di

Leida, che si scarica al contatto tra l'armatura interna (i nervi) e quella esterna (superficie dei muscoli).

I risultati di dieci anni di sperimentazione sono finalmente pubblicati nel 1791 a Bologna nel lavoro *"De viribus electricitatis in motu musculari Commentarius"*.

Le conclusioni a cui arriva sono sommariamente le seguenti:

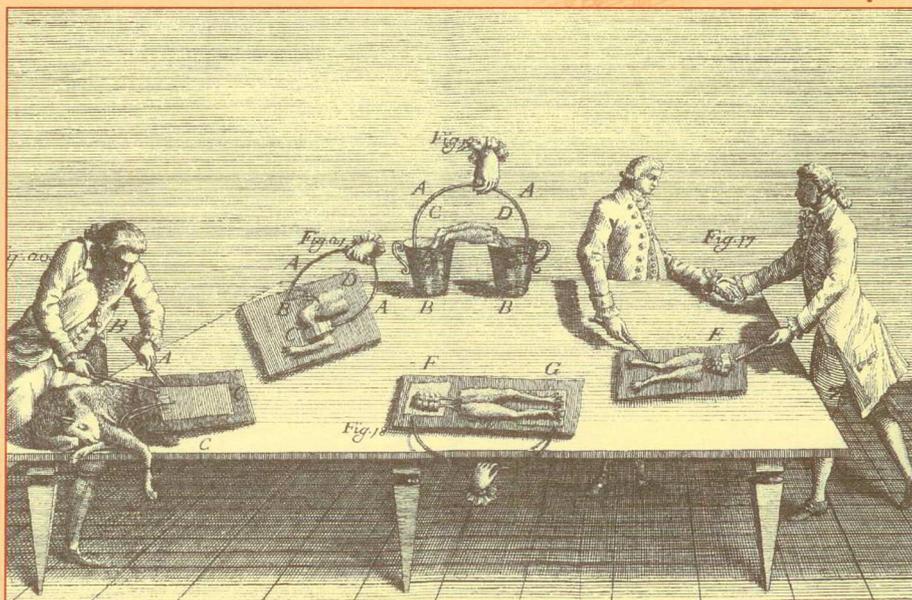
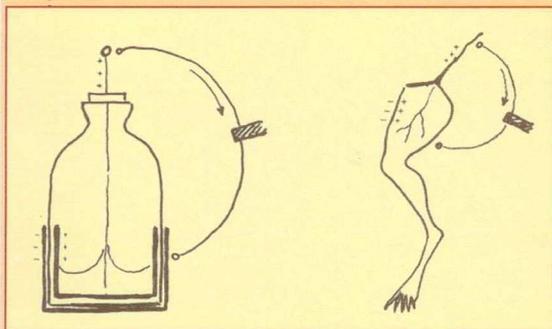
1) **gli animali hanno una loro particolare elettricità** (elettricità animale);

2) **la sostanza dei nervi è particolarmente adatta a condurre all'elettricità**, mentre gli strati esterni grassi, impediscono all'elettricità di disperdersi e ne permettono l'accumulo;

3) **il meccanismo di moto consiste nella scarica del fluido elettrico attraverso le fibre muscolari irribabili** che perciò si contraggono.

*Esperimenti di galvani sulla rana (dal Commentarius)*

La rana e la bottiglia di Leida





## ELETTRICITÀ ARTIFICIALE

**V**olta viene a conoscenza del lavoro di Galvani nel marzo del 1792 e affronta immediatamente il problema ripetendo tutti gli esperimenti; in poche settimane passa dall'incredulità al fanatismo.

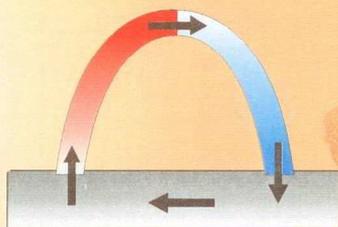
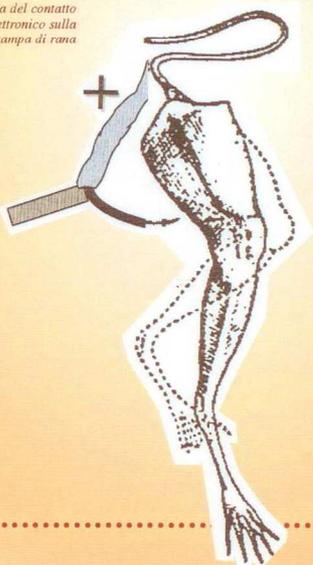
Ma ben presto, sulla base di nuovi esperimenti, comincia a sospettare la presenza di un' **elettricità artificiale**, dovuta all'azione dei metalli, considerati non come semplici conduttori, ma come i **"veri motori di elettricità"**. Si accorge infatti che l'arco bimetallico agisce anche sui soli nervi della rana (applicato cioè in due punti diversi dello stesso nervo senza toccare il muscolo), e sulla lingua

(producendo un particolare sapore). Nel mese di novembre, arriva alla conclusione che **i conduttori di prima classe (metalli) di specie diverse hanno un potere elettromotore che si genera nel punto di contatto con un conduttore di seconda classe (umido)**. Nel caso di metalli diversi è possibile che uno assorba fluido elettrico dal conduttore umido mentre l'altro lo ceda, creando un **disequilibrio** e quindi un **flusso di corrente** tra i due metalli, oppure che **entrambi lo assorbano o cedano, ma in quantità diverse: "È la diversità de' metalli che fa"**.

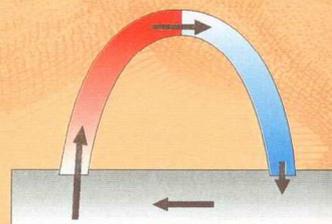
Pur di non accettare l'elettricità animale.

Volta è quindi disposto a modificare i principi dell'elettrologia, che considerano i metalli come semplici conduttori di elettricità

Schema del contatto elettronico sulla zampa di rana



Schema dell'interpretazione data da Volta al contatto dei metalli con un conduttore umido





## LA CONTROVERSIA GALVANI \* VOLTA

IV sezione

# LA DOLEMICA CONTINUA

I mondo scientifico si divide in due partiti, voltiani e galvaniani. Nel 1794 i galvaniani producono ulteriori nuove evidenze a favore dell'elettricità animale.

Essi mostrano in particolare che le contrazioni possono avvenire ponendo semplicemente in contatto i nervi crurali con i muscoli delle zampe delle rane.

Anche se la vittoria di Galvani sembra ormai certa, Volta non abbandona la partita e, stimolato da

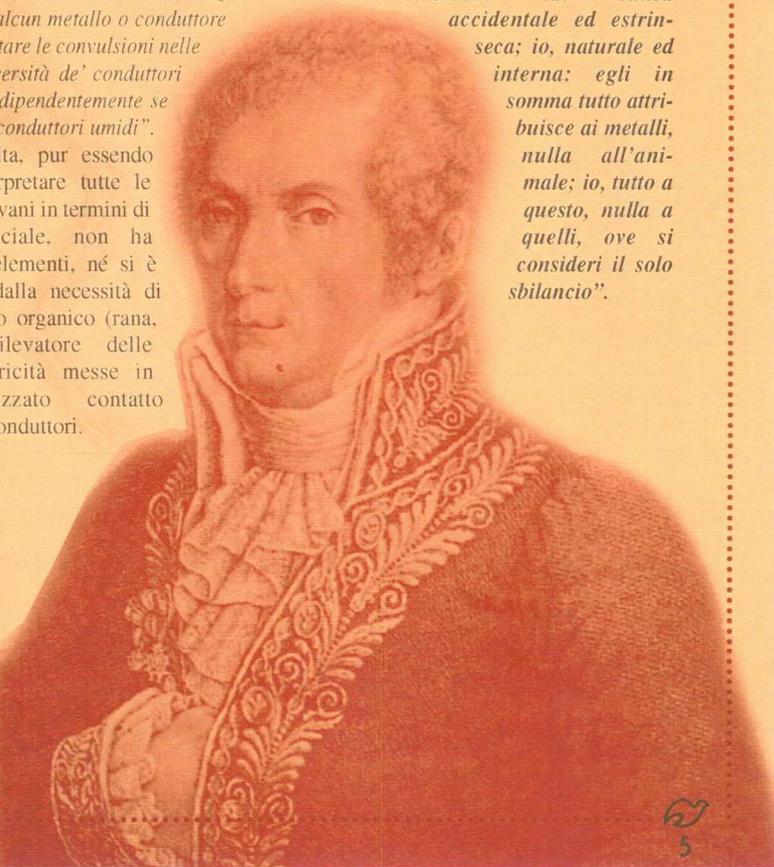
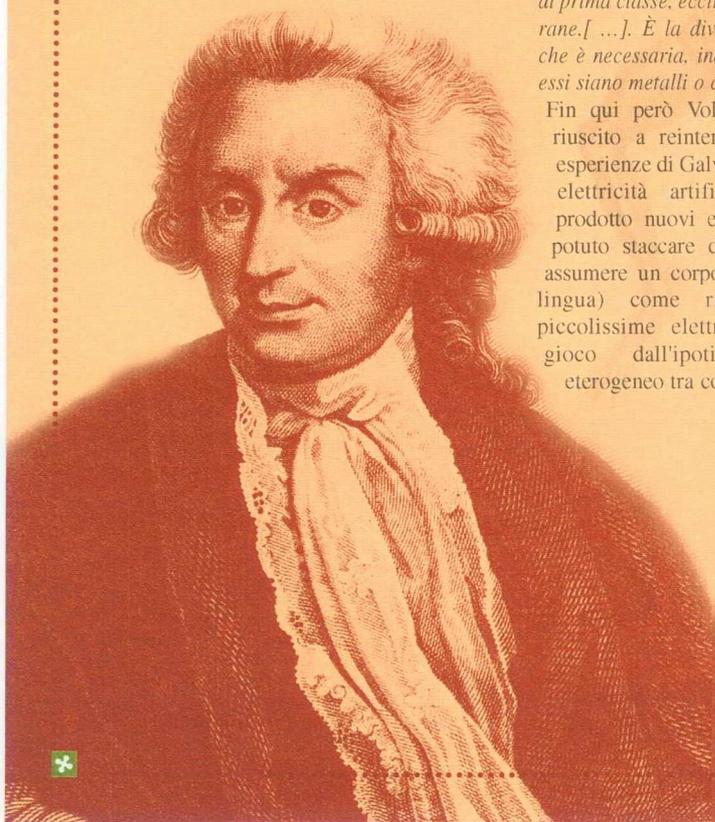
un'osservazione contenuta nella descrizione dei nuovi esperimenti galvaniani, che asseriva essere necessario sangue o saliva nel contatto tra nervo e muscolo, ipotizza che anche i conduttori umidi o di seconda classe possano essere dei generatori:

*"Esse (esperienze) mostrano soltanto, che sono io andato troppo innanzi asserendo, che non si potrebbe mai coll'applicazione di soli conduttori umidi, ossia di seconda classe, senza l'intervento cioè di alcun metallo o conduttore di prima classe, eccitare le convulsioni nelle rane.[ ...]. È la diversità de' conduttori che è necessaria, indipendentemente se essi siano metalli o conduttori umidi".*

Fin qui però Volta, pur essendo riuscito a reinterpretare tutte le esperienze di Galvani in termini di elettricità artificiale, non ha prodotto nuovi elementi, né si è potuto staccare dalla necessità di assumere un corpo organico (rana, lingua) come rilevatore delle piccolissime elettricità messe in gioco dall'ipotizzato contatto eterogeneo tra conduttori.

La situazione è quindi di indecidibilità tra i due programmi di ricerca, ben sintetizzata da Galvani:

*"Egli [Volta] 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 artifizii 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".*





## LA CONTROVERSIA GALVANI \* VOLTA

IV sezione

# L' INVENZIONE DELLA PILA

**N**el 1797 Volta supera tutte le difficoltà e ribalta la situazione in suo favore. Si convince infatti che il disequilibrio elettrico si stabilisce direttamente nel contatto dei due metalli tra di loro (effetto Volta) e, mediante l'elettrometro condensatore, da lui inventato pochi anni prima, riesce a mettere in evidenza in modo statico tale differenza di tensione, senza bisogno di utilizzare la rana.

Due anni dopo, verso la fine del 1799, in maniera ancora non completamente chiara, Volta realizza lo strumento che più lo renderà famoso: la Pila.

La realizza in due versioni, a corona di tazze e a colonna, entrambe prodotte mediante coppie di elementi metallici diversi (rame-zinco) separati da un conduttore umido, evidenziando ancora una volta come il contatto bimetallico sia il vero motore dell'elettricità, scartando qualsiasi

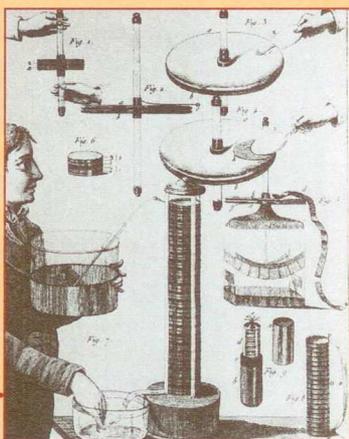
interpretazione di natura chimica.

Egli annuncia al mondo la sua invenzione il 20 marzo del 1800 con una lettera a Sir Bank, presidente della Royal Society di Londra, la più prestigiosa Accademia scientifica dell'epoca. È interessante il fatto che egli chiami più volte il suo apparato "organo elettrico artificiale", richiamandosi al potere elettrico sviluppato in natura dalla torpedine. Il nome di *Pila* è successivo e si richiama alla forma stessa dell'apparato.

Con l'invenzione della Pila non si parlò più di elettricità animale, non tanto perché la Pila ne dimostrasse l'inesistenza, ma per la grande fama e notorietà acquistata dal suo più importante avversario. Si ricomincerà a parlare di elettricità animale solo dopo trent'anni con i lavori di altri due grandi scienziati italiani,

Nobili e Matteucci, quando la teoria voltiana del contatto aveva lasciato ormai il passo all'interpretazione chimica del funzionamento della Pila.

Esperimenti presentati da Volta all'Institut de France



Ricostruzione moderna di una pila di Volta



L'EREDITÀ DI VOLTA

V sezione

# GLI EFFETTI CHIMICI DELLA CORRENTE

**L**a possibilità di poter disporre di una sorgente continua di elettricità quale è quella ottenibile con la pila elettrica permette in pochi decenni di ottenere una serie di scoperte e di realizzare alcune invenzioni che daranno l'avvio alla moderna era dell'elettricità. **Come ebbe a esclamare nel 1927 (1° centenario della morte di Volta) Albert Einstein dinanzi alla Pila, essa è la base fondamentale di tutte le**

*invenzioni moderne.*

Prima ancora che la lettera di Volta alla Royal Society venisse pubblicata (26 giugno 1801) il chimico inglese **William Nicholson (1753-1816)**, che era venuto a conoscenza dell'invenzione della pila da contatti epistolari diretti e indiretti con

Apparecchio per la decomposizione dell'acqua di J. W. Ritter. A sinistra: copia; a destra: originale

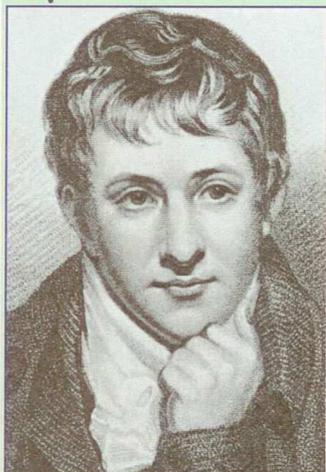


osserva subito il formarsi di bolle di gas nel quale crede di riconoscere l'idrogeno. Ripete l'esperimento chiudendo il circuito della pila su un tubo di vetro ricurvo pieno d'acqua acidulata e sigillato alle due estremità con tappi di sughero, attraverso i quali passavano due fili di rame. Conferma subito la formazione di idrogeno da un lato e l'ossidazione del metallo dall'altro. **Utilizzando fili di platino ottiene idrogeno a un elettrodo e ossigeno all'altro, realizzando così per la prima**

volta la decomposizione dell'acqua (elettrolisi).

Nel 1809 **Sir Humphrey Davy (1778-1829)** scopre il sodio e gli altri metalli alcalini tramite l'elettrolisi dei corrispondenti sali fusi. Successivamente **Jons Jakob Berzelius (1779-1848)** ottiene il cloro. **In poco più di 6 anni erano state poste le basi della elettrochimica.**

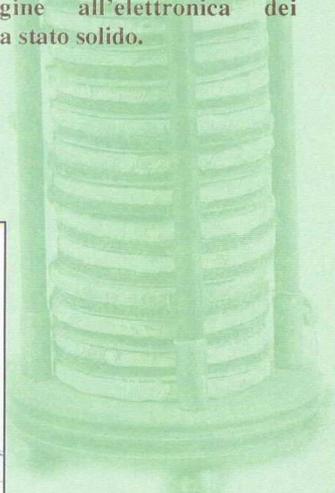
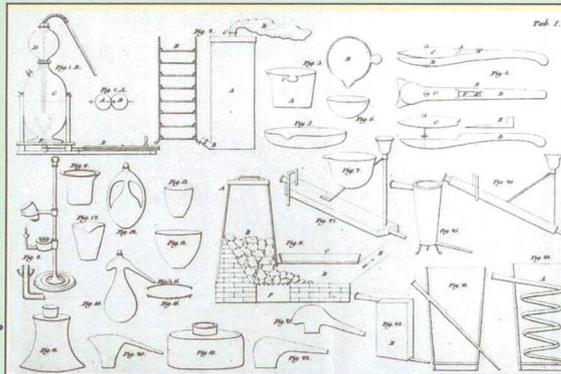
Anche se l'origine dell'energia elettrica erogata dalla pila è di tipo chimico, la scoperta della tensione di contatto (effetto Volta) avrà nella seconda metà del nostro secolo un grande sviluppo: sullo stesso principio si basano infatti le giunzioni a semiconduttore che hanno dato origine all'elettronica dei dispositivi a stato solido.



Sir Humphrey Davy

Volta, il 2 maggio, costruisce una pila con mezze corone d'argento e dischi di zinco. **Per essere sicuro del contatto terminale pone una goccia d'acqua acidulata tra il filo metallico e l'ultimo elemento della pila. Con la pila in funzione**

Disegni dell'apparato di Berzelius (da una sua Opera)





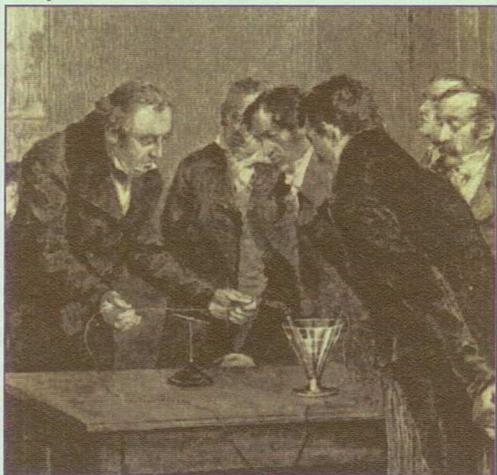
L'EREDITÀ DI VOLTA

V sezione

# GLI EFFETTI MAGNETICI E GLI EFFETTI TERMICI DELLA CORRENTE

**F**in dal 1600 i fenomeni di attrazione e repulsione magnetica venivano considerati di natura diversa rispetto a quelli elettrici. Tuttavia, **Hans Christian Oersted (1777-1851)**, professore al politecnico di Copenaghen, è convinto che un legame tra questi fenomeni esista, in quanto ritiene, per ragioni filosofiche probabilmente riconducibili a Kant, che **tutte le forze della natura debbano essere in qualche modo collegate.**

Oersted illustra i suoi esperimenti (da una stampa dell'epoca)



Oersted ottiene per la prima volta la conferma della relazione tra magnetismo ed elettricità nel 1819, illustrando ai suoi studenti un esperimento improvvisato: un ago magnetico viene deviato dalla corrente elettrica che circola in un filo collegato ai poli della pila di

Volta. Quando i vincoli lo permettono, l'ago tende a disporsi tangenzialmente a una circonferenza che giaccia in un piano perpendicolare al filo e con centro nel filo stesso. L'orientamento dell'ago si inverte quando viene invertito il verso di percorrenza della corrente nel filo.

Nel 1820, **J. B. Biot e F. Savart** determinano come la forza scoperta da Oersted dipenda dalla distanza tra filo e magnete: essa è proporzionale a  $r^{-1}$  quando il filo è rettilineo e ha lunghezza infinita, mentre è proporzionale a  $r^{-2}$  quando si considera la forza esercitata da un elemento infinitesimo di corrente.

Nello stesso anno, a Parigi, **André-Marie Ampère (1775-1836)** illustra l'esistenza di altre forze, messe in luce dai suoi esperimenti, oltre a quella trovata da Oersted: la forza esercitata dal magnete sulla corrente, coerentemente col principio di azione e reazione, e forze di tipo nuovo, ovvero "...attrazioni e repulsioni che io ritengo di avere scoperto per primo e che ho chiamato attrazioni e repulsioni delle correnti elettriche, per distinguerle dalle attrazioni ordinarie". Anziché avvicinare alla spira mobile un magnete, Ampère le accosta una seconda spira, anch'essa percorsa da corrente, constatando che quando le correnti sono percorse nello stesso senso le spire si attirano e, viceversa, le spire si respingono se le correnti scorrono in versi opposti: si tratta della legge fisica che ancor oggi porta il nome di Ampère.



André Marie Ampère

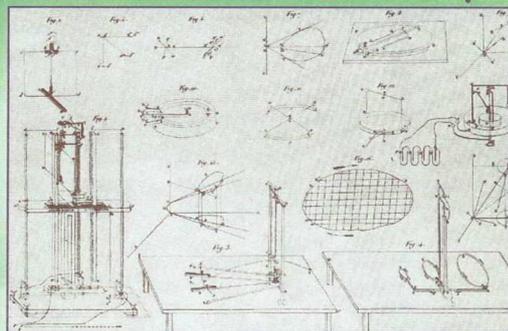
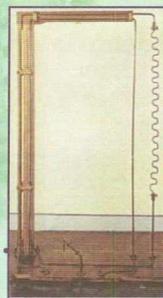


Tavola tratta dalle Opere di Ampère illustrante i "fenomeni elettrodinamici"

Nel 1826 **Georg Simon Ohm (1789-1854)** dimostra che vi è proporzionalità diretta tra la tensione ai capi di un filo conduttore e la corrente che vi scorre ( $V \propto I R$ ); tuttavia per oltre dieci anni questo risultato non ottiene affatto la diffusione che merita e solo verso il 1840 **James Prescott Joule (1818-1889)** studierà le cause dell'aumento di temperatura che si verifica in un conduttore percorso da corrente e misurerà tale effetto termico, formulando la legge che descrive l'aumento di energia interna prodotto dal passaggio di corrente elettrica ( $Q \propto I^2 R t$ ) che ancora oggi porta il suo nome.



Apparecchio di Ampère per la misura delle forze tra le correnti