



1



# ORIGEM E EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA ELÉTRICA

**Ewaldo Luiz M Mehl**  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal do Paraná  
[mehl@ufpr.br](mailto:mehl@ufpr.br)

2

1.<sup>a</sup> parte:  
A magia da eletricidade

2.<sup>a</sup> parte:  
Os Engenheiros

3.<sup>a</sup> parte:  
Brasil

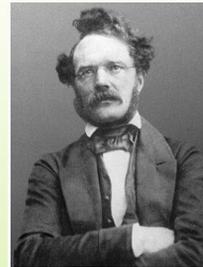


3

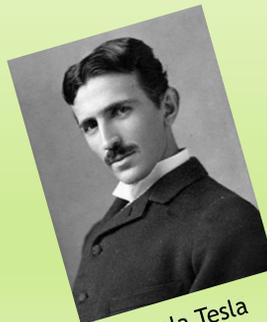
1.<sup>a</sup> parte:  
A magia da eletricidade

2.<sup>a</sup> parte:  
Os Engenheiros

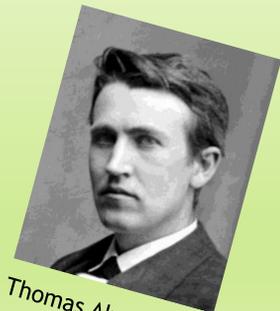
3.<sup>a</sup> parte:  
Brasil



Werner Von Siemens



Nikola Tesla



Thomas Alva Edison

4

1.<sup>a</sup> parte:  
A magia da eletricidade

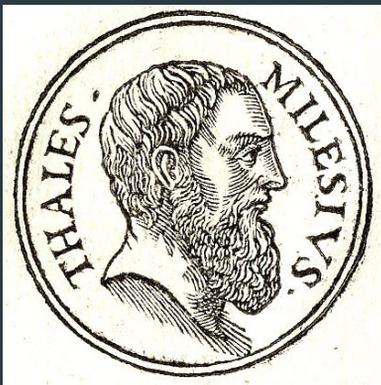
2.<sup>a</sup> parte:  
Os Engenheiros

3.<sup>a</sup> parte:  
Brasil



5

ἤλεκτρον (*elektron*)

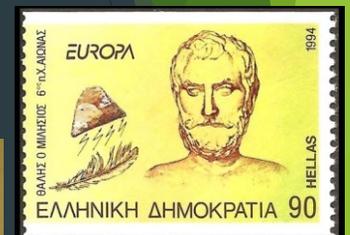


600 aC

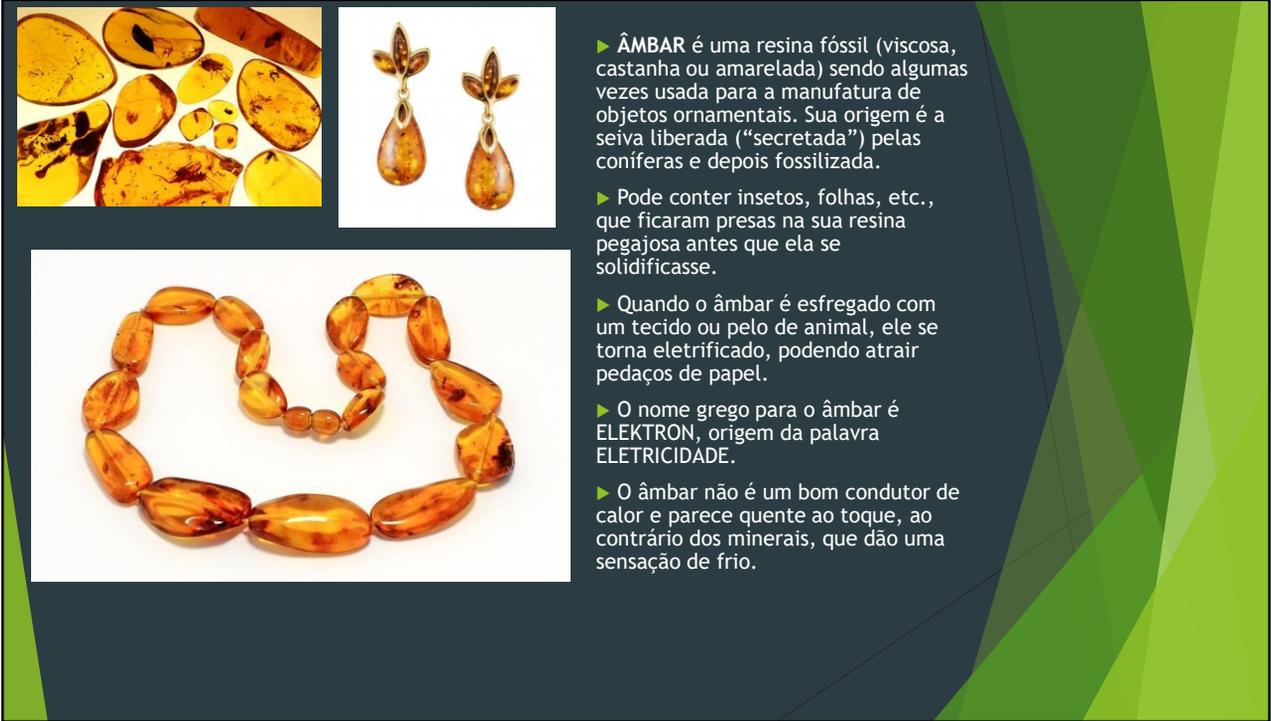
**Thales de Miletus (600 a.C)**

Filósofo grego

Descreveu como o âmbar, após ser friccionado com uma pele de gato ou de coelho, pode atrair penas (eletricidade estática).



6



- ▶ **ÂMBAR** é uma resina fóssil (viscosa, castanha ou amarelada) sendo algumas vezes usada para a manufatura de objetos ornamentais. Sua origem é a seiva liberada (“secretada”) pelas coníferas e depois fossilizada.
- ▶ Pode conter insetos, folhas, etc., que ficaram presas na sua resina pegajosa antes que ela se solidificasse.
- ▶ Quando o âmbar é esfregado com um tecido ou pelo de animal, ele se torna eletrificado, podendo atrair pedaços de papel.
- ▶ O nome grego para o âmbar é ELEKTRON, origem da palavra ELETRICIDADE.
- ▶ O âmbar não é um bom condutor de calor e parece quente ao toque, ao contrário dos minerais, que dão uma sensação de frio.

7

## Bernstein Laden, Marienplatz, München



8



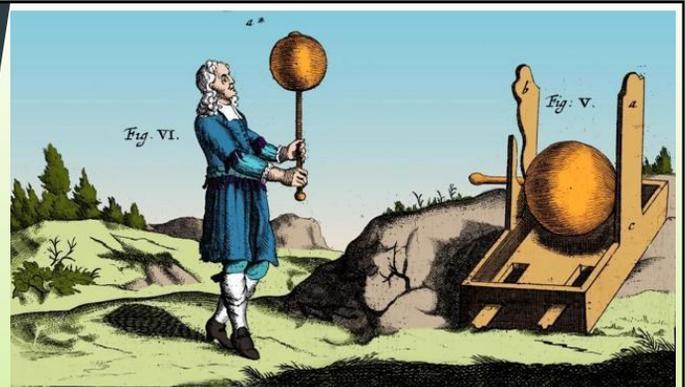
**“Câmara de Âmbar”**  
 Palácio da czarina Catarina I,  
 arredores de São Petersburgo,  
 Rússia

9

# Máquinas de Atrito



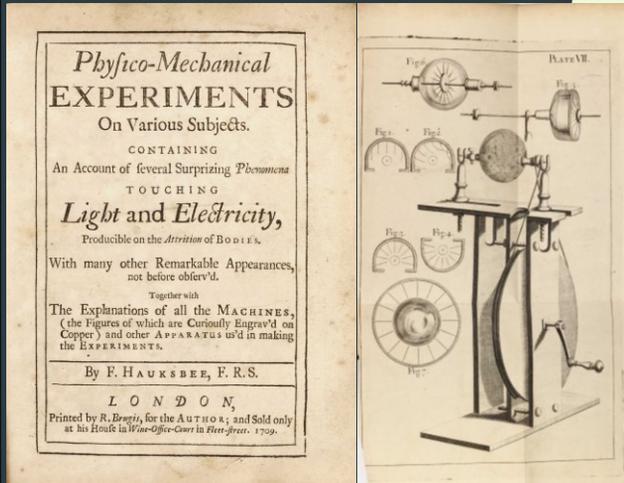
Otto von Guericke  
 1672



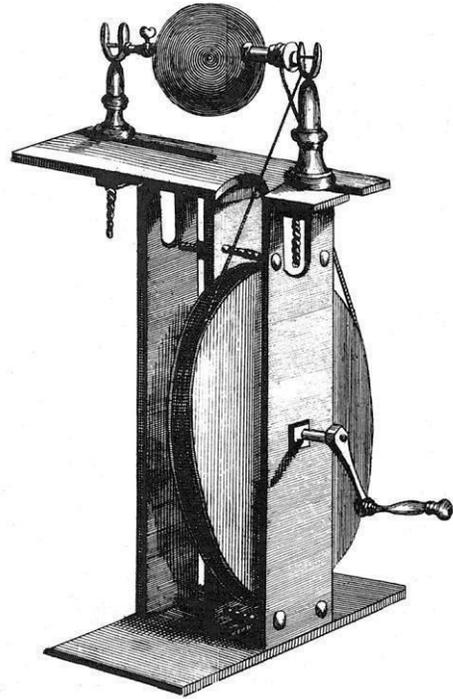
“Virtude atrativa”

10

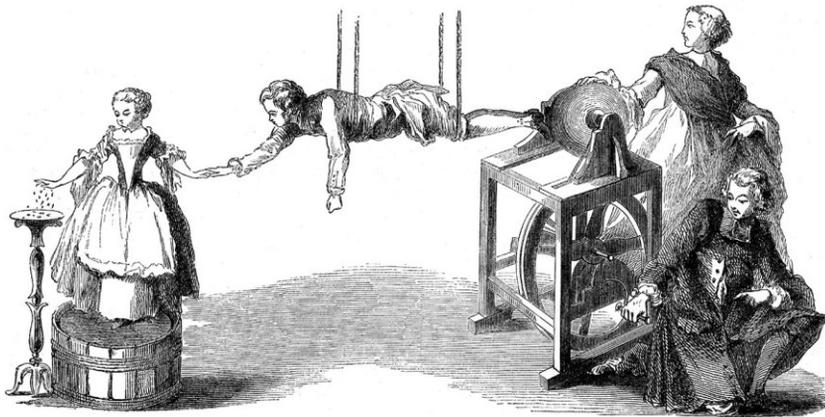
## Máquinas de Atrito



Francis Hauksbee  
1709



11



Stephen Gray  
(1666 - 1736)



- Corpos “elétricos” e “não elétricos”
- Comunicação da “virtude atrativa” por contato físico ou objetos metálicos

12

# Máquinas de Atrito



**LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE;**  
 Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres & de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique & d'Hydrostatics, Navarre des Enfants de France, &c. Professeur Royal de Physique Expérimentale au Collège de Navarre.

**TOME PREMIER. HUITIEME ÉDITION.**

A PARIS, Chez DURAND, Neveu, Libraire, rue Galande, à la Sageffe.

M. DCC. LXXV.

Avec Approbation & Privilège du Roi.

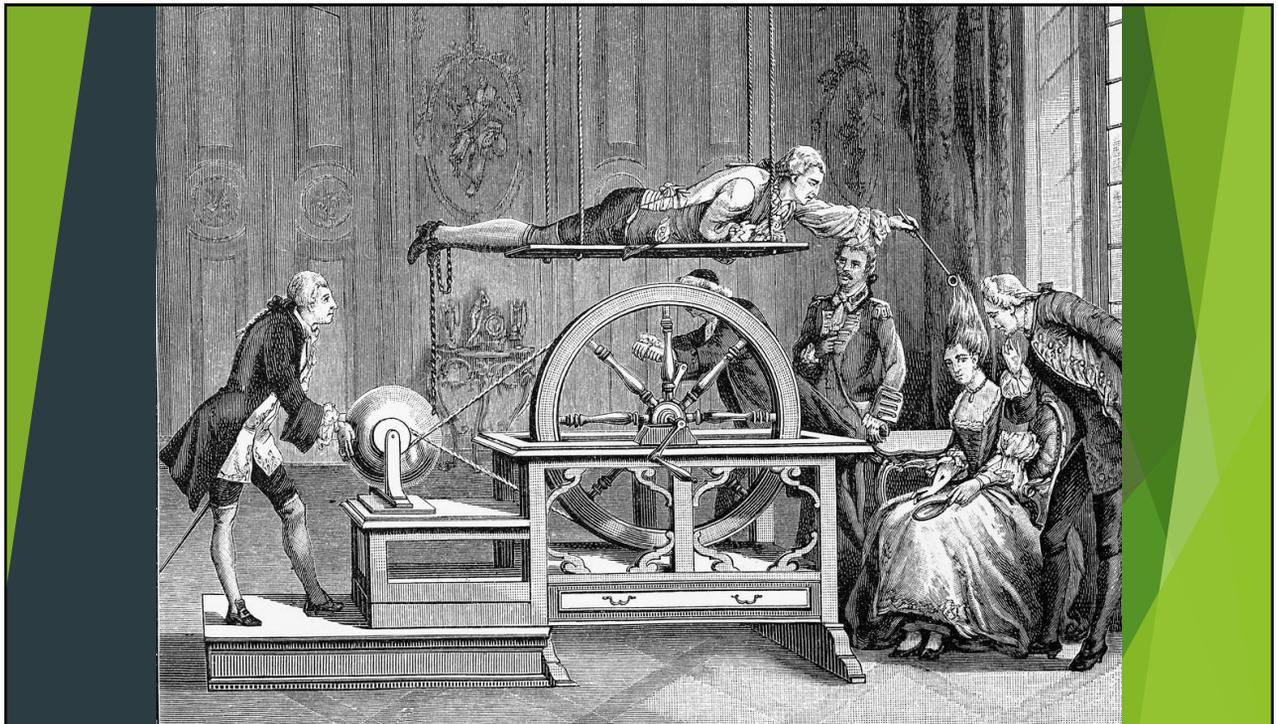
*J. A. Nollet, de l'Académie R<sup>e</sup> des sciences, de la société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de physique et d'histoire naturelle des Enfants de France, et Professeur Royal de physique expérimentale au Collège de Navarre.*

*A Paris chez E. Belin le Jeune, de Roy rue St. Jacques.*

Jean Antoine Nollet  
1743



13



14

Experiências envolvendo carga elétrica estática

<https://youtu.be/ViZNgU-Yt-Y>

15

## Há duas eletridades...

### História...

Charles-François de Cisternay Dufay menciona **eletricidade vítrea e resinosa**.



Charles-François de Cisternay Dufay (1698-1739).

1734

DES SCIENCES. 23  
 PREMIER MEMOIRE  
 SUR L'ELECTRICITE.  
 Par M. DU FAY.  
 HISTOIRE DE L'ELECTRICITÉ.  
 L'ELECTRICITÉ est une propriété commune à plusieurs  
 matières, & qui consiste à attirer les corps légers de

DES SCIENCES. 457  
 QUATRIEME MEMOIRE  
 SUR L'ELECTRICITE.  
 Par M. DU FAY.  
 De l'Attraction & Répulsion des Corps Electriques.  
 N O U S avons toujours considéré jusqu'à présent la vertu

«[...] há duas eletridades de uma natureza muito diferente, a dos corpos transparentes e sólidos, como o vidro, o cristal [...] e a dos corpos betuminosos ou resinosos, como o âmbar [...] uma a que chamo eletricidade vítrea, e outra eletricidade resinosa. **O carácter destas duas eletridades é de se atraírem uma à outra.** Assim, um corpo de eletricidade vítrea repele todos os outros corpos que possuam eletricidade vítrea, e ao contrário eles atraem todos os de eletricidade resinosa»

16

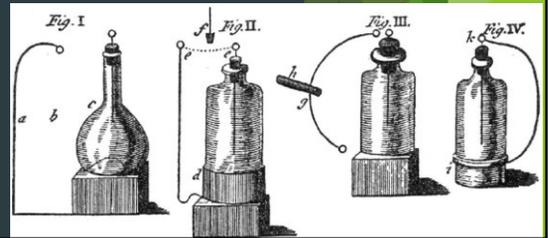
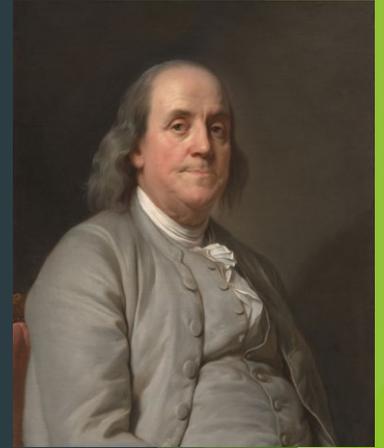
## Há uma só eletricidade...

**Benjamin Franklin (1706 – 1790)**

Jornalista, editor, autor, filantropo, abolicionista, cientista, diplomata, inventor, foi também um dos líderes da Revolução Americana (EUA). Apesar de ter tido uma infância pobre, Franklin tornou-se rico como dono de gráficas e fundou um jornal chamado The Pennsylvania Gazette.

Em **1743** Franklin assistiu uma palestra de **Archibald Spencer**, um escocês que fazia demonstrações de experiências com eletricidade estática utilizando uma **Garrafa de Leyden** e bastões de enxofre e de vidro atritados. Franklin ficou fascinado com as experiências e quando Spencer retornou à Europa, Franklin comprou-lhe todos os equipamentos e começou a fazer experiências com eletricidade.

Em **1747** Franklin resolve vender todas as suas gráficas e dedicar-se integralmente à pesquisa científica, tendo se tornado membro da **Royal Society** e fez diversas viagens a Londres.

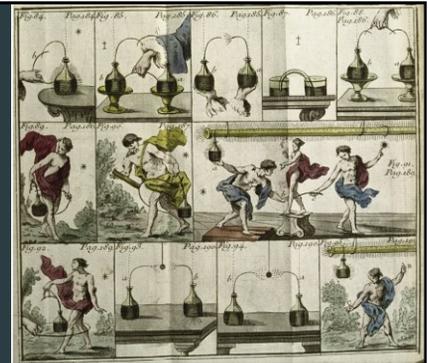


17

## Há uma só eletricidade...

Em 1752, em uma carta à Royal Society, Franklin propôs um conceito revolucionário para a época, de que a eletricidade era um **fluido único**, que circulava com **maior** ou **menor pressão** entre os corpos eletrizados:

*We say B (and other Bodies alike circumstanced) are electrized positively; A negatively: Or rather B is electrised plus and A minus. And we daily in our experiments electrise bodies plus or minus as we think proper. These terms we may use till your philosophers give us better. To electrise plus or minus, no more needs to be known than this.*



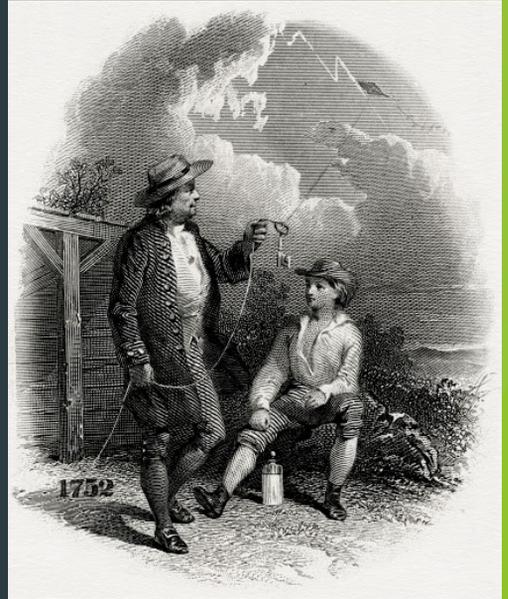
Segundo Franklin, o que chamava-se até então de ELETRICIDADE VÍTREA seria o **fluido elétrico** com pressão POSITIVA, enquanto que a ELETRICIDADE RESINOSA seria o mesmo fluido elétrico, porém com pressão NEGATIVA.

O fato interessante é que a explicação de Franklin para o fluido elétrico seria exatamente a mesma se ele, ao contrário do que fez, tivesse chamado a Eletricidade Vítrea de NEGATIVA e a Eletricidade Resinosa de POSITIVA!

A denominação das cargas elétricas com os nomes de POSITIVA e NEGATIVA é fruto de uma mera CONVENÇÃO decorrente da nomenclatura adotada por Franklin em sua carta de 1752!

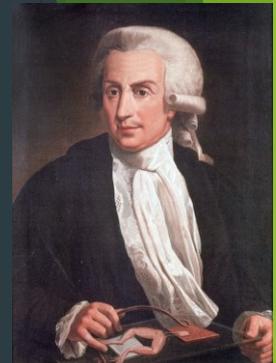
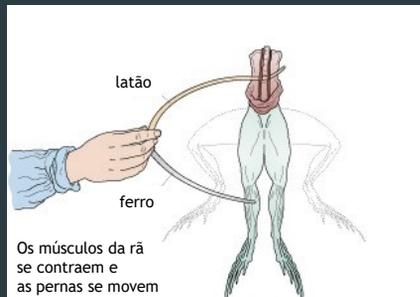
18

Aparentemente a célebre experiência de 1752, em que Franklin teria transferido a carga elétrica de uma nuvem para uma garrafa de Leyden através de uma pipa de seda posta para voar durante um temporal, nunca foi de fato realizada por ele.

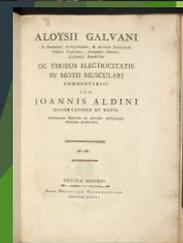


19

## Luigi Galvani

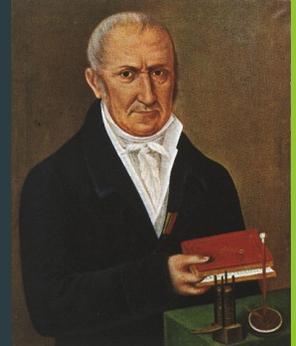
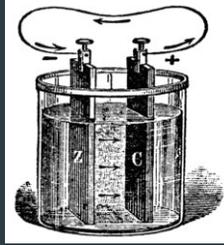
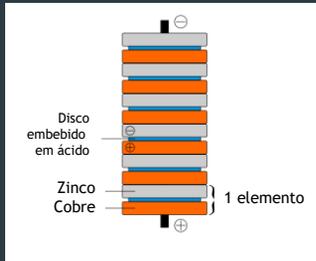


- Membro da *Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*
- Bologna – na época, um território controlado pelo Papa
- 1780: *De viribus electricitatis in motu musculari*
- Lançou o conceito de “Eletricidade Animal” – com forte influência do pensamento católico da época: *fluido vital*



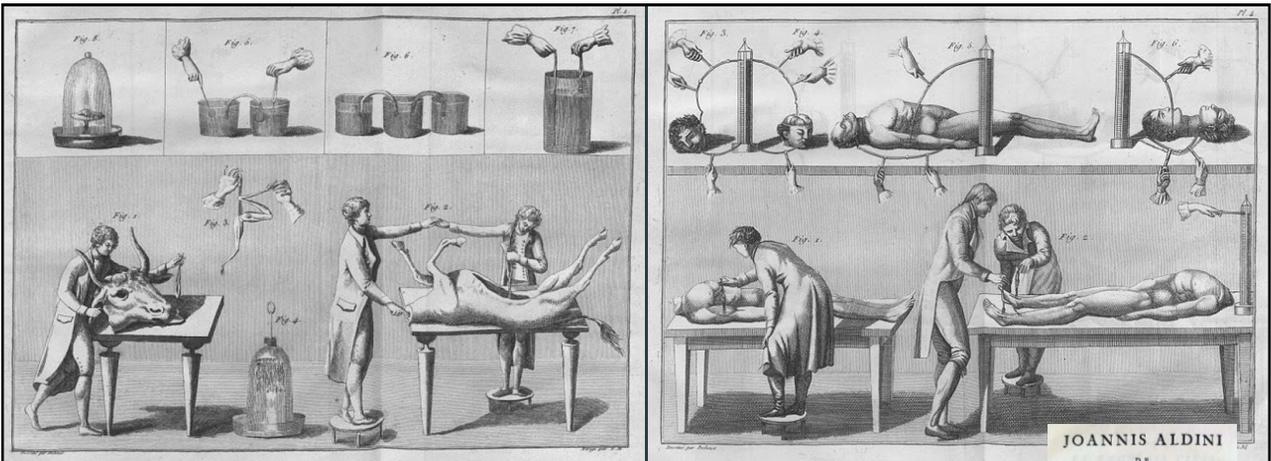
20

# Alessandro Volta



- Professor de Física na *Università degli Studi di Pavia*
- Ducado de Milão – na época, um território sob domínio de Napoleão Bonaparte
- 1800: Mostrou que o efeito observado por Galvani nas patas da rã era devido aos METAIS DIFERENTES dos instrumentos utilizados e à solução salina usada para conservar as rãs dissecadas
- Para provar que a “Eletricidade Animal” não existia → **Pilha de Volta**

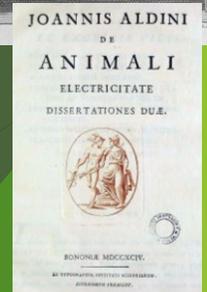
21



Giovanni Aldini  
1762 - 1834

Sobrinho de Luigi Galvani

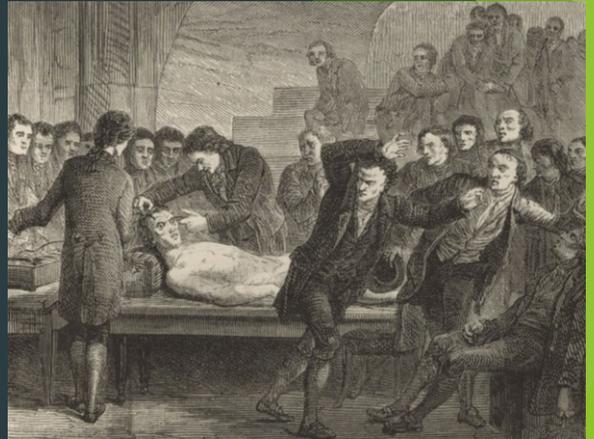
- Experiências com diversos animais
- Experiências com cadáveres de criminosos executados em Bologna (sem muito sucesso - segundo Aldini, pelo fato dos criminosos terem sido decapitados)



22

Giovanni Aldini, sendo informado que na Inglaterra tinha sido adotado um novo método de execução de condenados (forca), decide repetir suas experiências com cadáveres de criminosos enforcados.

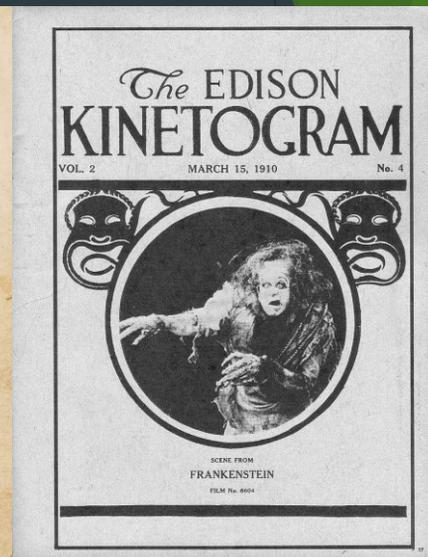
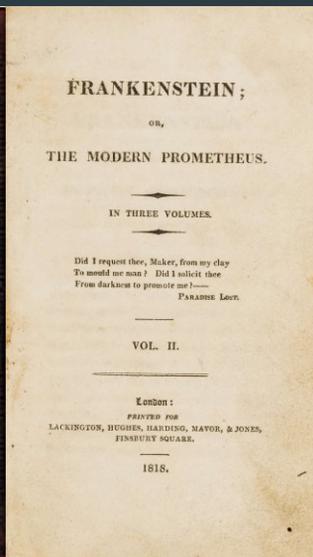
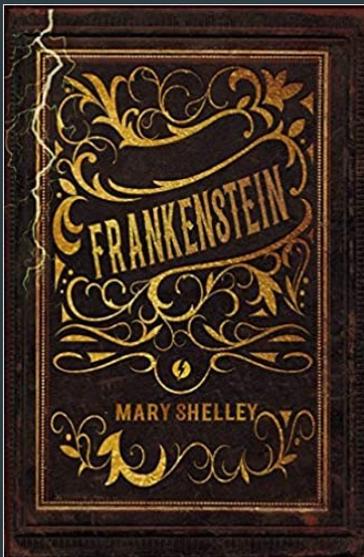
- Londres, 18 de janeiro de 1803: demonstrações do *galvanismo* no *Royal College of Surgeons* com o corpo de um criminoso recém-enforcado (George Forster, havia sido condenado à morte por supostamente ter matado a esposa e a filha por afogamento).
- Presentes à experiência relatam que Aldini aplicou a corrente elétrica produzida por uma grande Pilha de Volta em varias partes do cadáver, que teria aberto um dos olhos, mostrado tremores na mandíbula e movimentado um braço e uma perna.
- *Mr Pass, the beadle of the Surgeons' Company, who was officially present during this experiment, was so alarmed that he died of fright soon after his return home.*
- Apesar da comoção causada pela experiência, Aldini não a repetiu e retornou a Bologna.



"George Foster Executed at Newgate, 18th of January 1803, for the Murder of his Wife and Child, by drowning them in the Paddington Canal; with a Curious Account of Galvanic Experiments on his Body". *The Newgate Calendar*.

23

## 1818: Mary Wollstonecraft Shelley FRANKENSTEIN

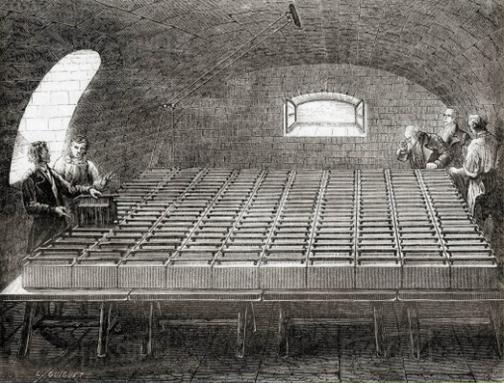


24

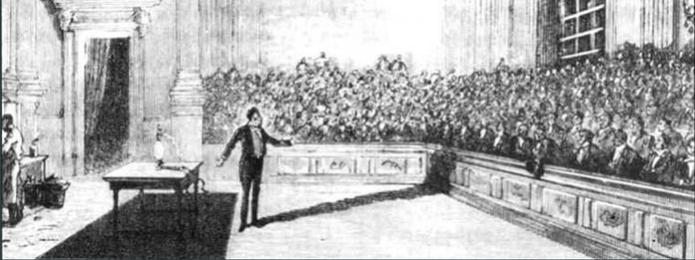


**Sir Humphry Davy**  
Presidente da *Royal Society* (Londres)

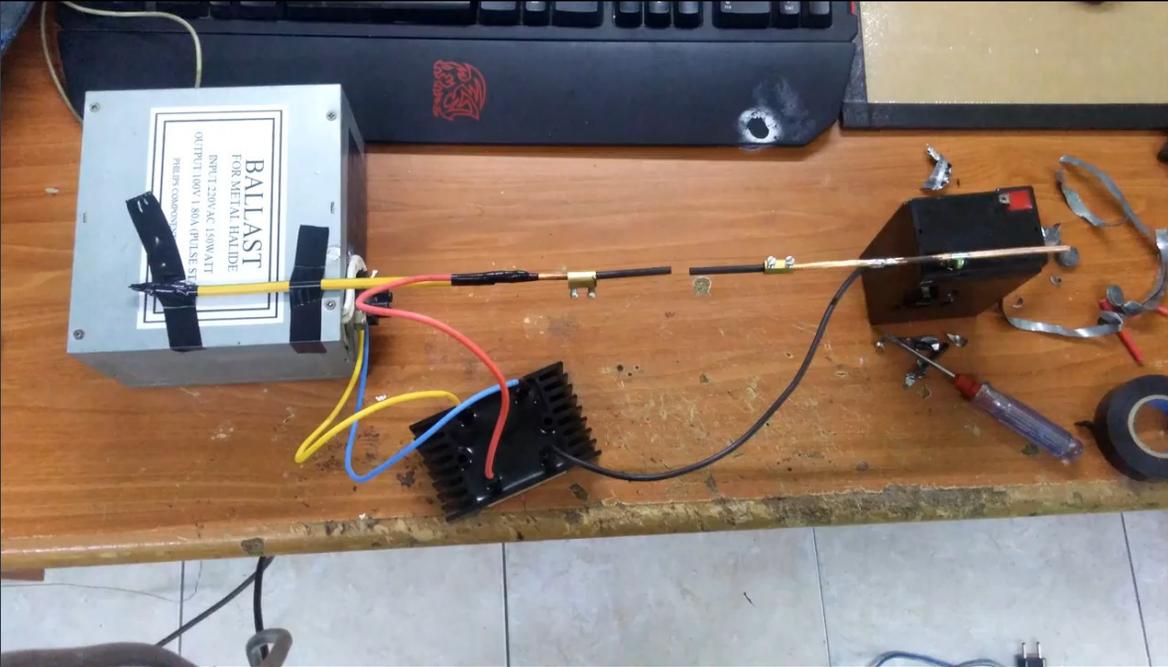
1808  
Construção de um conjunto de 80 pilhas Cobre/Zinco/Ácido na *Royal Society* em Londres




**Michael Faraday**  
Assistente de Davy na *Royal Society*

25

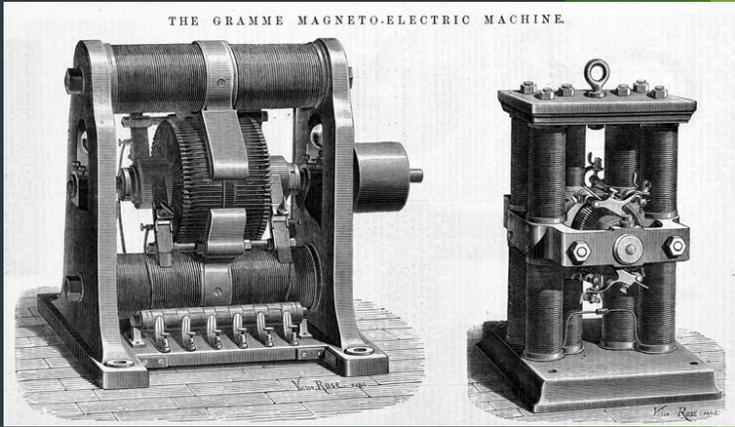
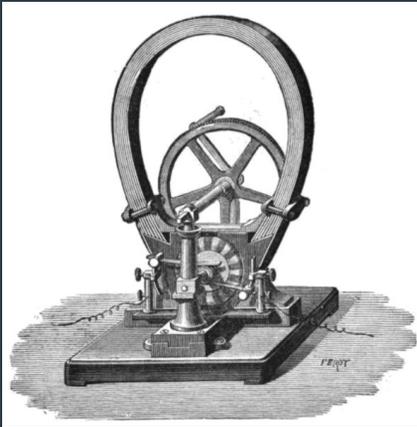


**BALLAST**  
FOR METAL HALIDE  
INPUT 230V AC 150WATT  
OUTPUT 100V 1.8KA PULSE ST  
PULSED CONDENSER

Lâmpada a arco

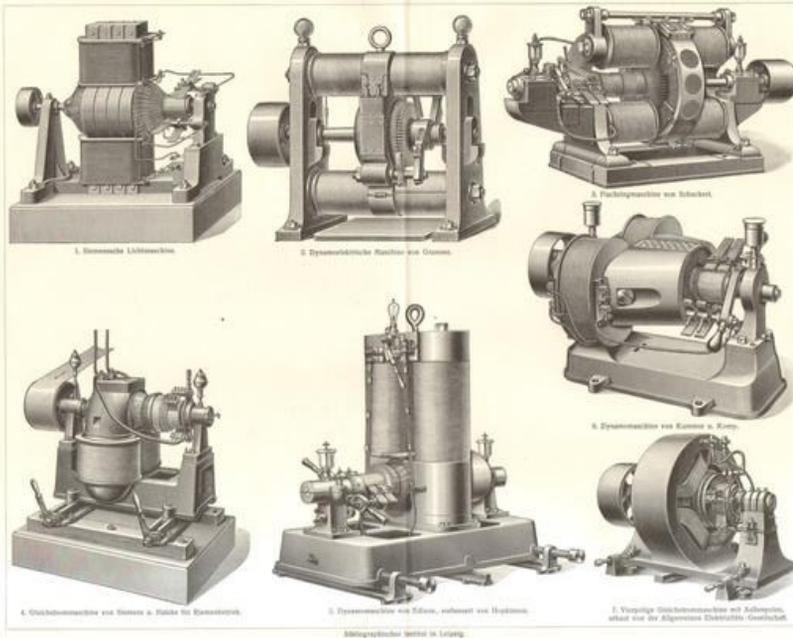
26

1971: Zénobe Gramme  
Geradores rotativos (corrente contínua)



27

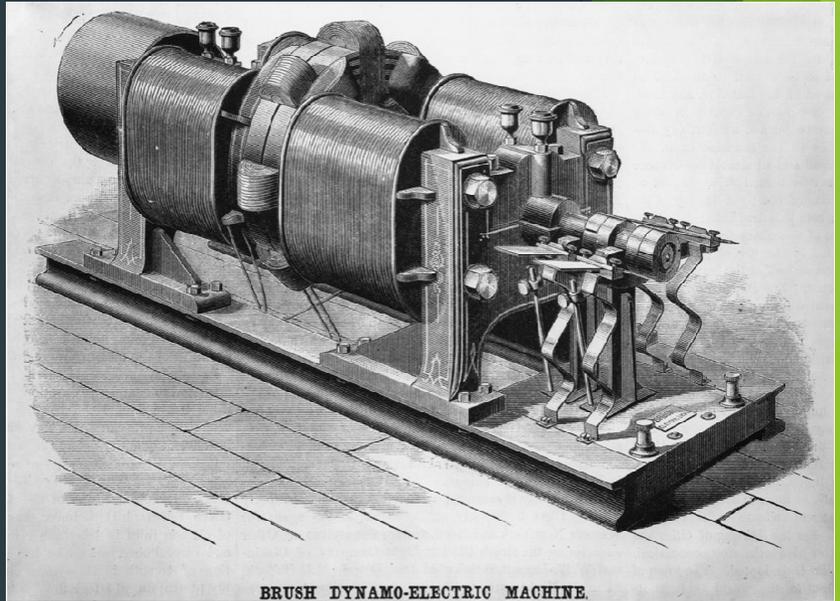
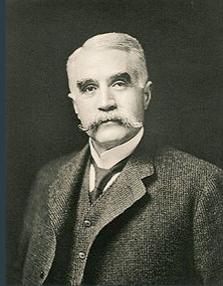
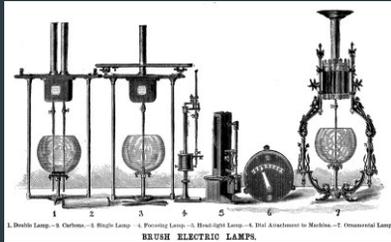
Elektrische Maschinen II.



28

Charles Francis Brush (1849 – 1929) – EUA

1876: Dínamos (aperfeiçoamento das máquinas de Zénobe Gramme)



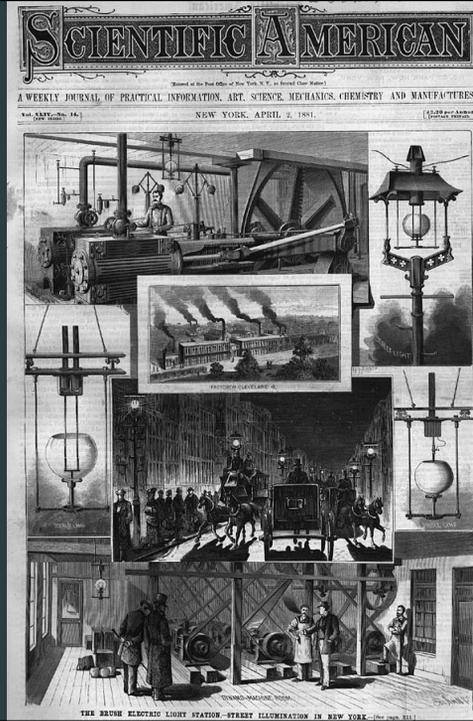
29

Fotografia noturna do distrito financeiro de Londres, em 1881. O local era iluminado por lâmpadas a arco, fabricação Siemens.



30

## Lâmpadas a Arco



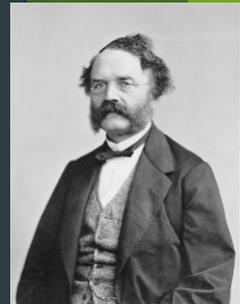
31

1878- : Cenário favorável às pesquisas aplicadas sobre a Eletricidade

Werner (Von) Siemens (1816 – 1892)

Thomas Alva Edison (1847 – 1931)

Nikola Tesla (1856 – 1943)



32

1.<sup>a</sup> parte:  
A magia da eletricidade

2.<sup>a</sup> parte:  
Os Engenheiros

3.<sup>a</sup> parte:  
Brasil

