

La primera pila y la rana que la parió.



Bruno Almeida ^{1,2}

¹ Liceo N.º 2 "Héctor Miranda", Dirección General de Educación Secundaria, Montevideo, Uruguay.

² Liceo N.º 10 "Dr. Carlos Vaz Ferreira", Dirección General de Educación Secundaria, Montevideo, Uruguay.

E-mail: brunoalmeidap24@gmail.com

(Recibido el 11/11/2025, aceptado el 16/3/2026)

Resumen

Este artículo es resultado de una indagación bibliográfica y reconstrucción narrativa de un caso de la Historia de la Ciencia: la invención de la primera pila. El primer bloque del texto recorre el contexto científico de la época, el proceso de discusión científica que nace con los experimentos del matrimonio Galvani-Galeazzi, la interpretación que llevaría a Alessandro Volta a inventar la pila y los impactos que tuvo. En un segundo bloque, se bosquejan algunas posibilidades didácticas para la enseñanza de la Física a partir de este caso.

Palabras clave: historia de la Ciencia, pila voltaica, galvanismo.

Abstract

This article is the result of a bibliographic research and narrative reconstruction of a case from the History of Science: the invention of the first electric pile. The first section of the text explores the scientific context of the time, the process of scientific discussion that began with the experiments of the Galvani-Galeazzi couple, the interpretation that led Alessandro Volta to invent the battery, and its impact. The second section outlines some didactic possibilities for teaching Physics based on this case.

Keywords: history of Science, voltaic pile, galvanism.

Advertencia de contenido:

El presente artículo incluye descripciones e ilustraciones de prácticas científicas que pueden resultar sensibles para algunos lectores. Se sugiere que el docente valore la pertinencia y el modo de presentación de estos contenidos en función de la edad y particularidades del grupo con el que se trabaje.

1. Introducción

La historia de la invención de la pila es comúnmente retratada como un duelo intelectual entre Alessandro Volta y Luigi Galvani, luego de que este último descubriera por total accidente que las ancas de rana que se disponía a cenar se movían como si aún tuvieran vida al colgarlas de un gancho de bronce. Sin aclararse qué tiene esto que ver con una pila, se cuenta que Volta investigó el caso para concluir en la invención de este aparato que cambiaría la tecnología moderna.

Esta versión simplificada de la historia fomenta una visión descontextualizada y mítica del desarrollo científico a la vez que omite aspectos relevantes como el contexto científico y académico que posibilitó la creación de la pila, el rol desacreditado de Lucía Galeazzi, el protagonismo de Giovanni Aldini en la controversia o la inspiración de Volta en el órgano eléctrico de las anguilas eléctricas y peces torpedo.

Para promover una perspectiva menos sesgada de la ciencia es que este artículo reconstruye narrativamente la historia con mayor rigor intentando mostrar las múltiples aristas del caso. A su vez, se bosquejan posibilidades didácticas para utilizarlo en la enseñanza de la Física en educación media.

2. Contexto científico

2.1. La ciencia de la electricidad

Hacia fines del siglo XVIII, la electrostática ya estaba muy cercana a como la conocemos actualmente [1]. Los fenómenos eléctricos se conocían desde la Antigüedad, si bien tuvieron su sistematización y desarrollo principalmente en los siglos XVII y XVIII. Como contribución más reciente tenemos a la ley de Coulomb que fue publicada en el año 1785. Por entonces, solo se le agregarían como grandes aportes la ecuación de Poisson décadas después y un siglo más tarde el descubrimiento del electrón.

Además de la madurez conceptual de la electrostática, el proceso de sistematización fue acompañado del desarrollo tecnológico. Los generadores electrostáticos contaron con distintos

prototipos desde el siglo XVII que fueron perfeccionándose por varios científicos. La máquina de Ramsden de 1768 fue uno de los modelos más utilizados [2] y es el aparato con el que contó Galvani, según las ilustraciones que se muestran más adelante.

Otro dispositivo eléctrico popular e influyente fue la botella de Leyden (véase figura 1). Este dispositivo fue inventado en 1745 por un grupo de científicos de la Universidad de Leyden, Países Bajos. Es el precursor de los condensadores o capacitores, puesto que servía para almacenar grandes cantidades de carga eléctrica. Consistía en una botella ordinaria de cristal cuyo interior y exterior estaban revestidos por delgadas láminas metálicas. Si una de las láminas se conecta a tierra y la otra a un cuerpo cargado (por ejemplo, por medio de un generador electrostático), entonces la carga queda almacenada en las láminas. Posteriormente se pueden realizar descargas eléctricas conectando el exterior y el interior [3].

A pesar de este despliegue de la ciencia de la electricidad, tanto los fenómenos naturales que se observaban como los dispositivos inventados no producían más que breves descargas eléctricas y por lo tanto el concepto de corriente eléctrica no existía. El desarrollo de la electricidad estaba supeditado a esta condición.



Figura 1. Ejemplar de una botella de Leyden. Reproducido de [4].

2.2. Lo eléctrico y lo orgánico

En cuanto a la relación entre lo eléctrico y lo orgánico, los peces eléctricos fueron la pieza clave en el desarrollo de este conocimiento. Que la electricidad tenía efectos sobre los organismos vivos era un conocimiento antiguo: civilizaciones como la egipcia utilizaban la descarga eléctrica del pez gato eléctrico para tratar la artritis [5] y en Sudamérica los nativos conocían a las anguilas eléctricas o gimnotos (nombre científico *Electrophorus electricus*) [3]. De hecho, en la década de 1760 el jesuita español Ramón María Termeyer realiza uno de los primeros estudios sobre las anguilas eléctricas en el Río de la Plata, basándose en los de Bertrand Bajon en la Guayana Francesa [6].

Cuando se llevan ejemplares de rayas torpedo y anguilas a Europa, los ingleses John Walsh, John Hunter y Hugh Williamson estudian la anatomía y funcionamiento de estos peces eléctricos. Descubren así que el órgano eléctrico que genera las descargas está conformado por un conjunto de células apiladas llamadas electrocitos [7].

Es fundamental comprender que estos conocimientos circundaban el escenario científico de la controversia Galvani-Volta [8] e influenciaron no solo sus temas de investigación sino también sus interpretaciones e ideas.

3. La electricidad animal

La controversia científica que culminará con la invención de la pila comienza con las investigaciones de un matrimonio italiano: Luigi Galvani y Lucía Galeazzi.

Galvani (1737-1798) (véase figura 2) se formó durante cinco años como médico en la Universidad de Bolonia, centro al que volvería años más tarde a enseñar Anatomía tras ejercer en hospitales. El tema central de su curso era el papel fundamental de la electricidad en la vida, pensamiento fundado en las publicaciones de varios físicos italianos [9].



Figura 2. Retrato de Luigi Galvani. Reproducido de [10].

Galeazzi (1743-1790) (véase figura 3), hija de un profesor de Galvani, fue una religiosa que se dedicó principalmente al estudio de las letras y por ello era quien revisaba y corregía los textos de su esposo. Además, comenzó a practicar y enseñar medicina en la Universidad de Bolonia al igual que Galvani [11].

La vida profesional y académica era un núcleo esencial del matrimonio. Al mudarse a su propia casa, fundan un laboratorio en el que realizan sus estudios sobre el papel de la electricidad en los organismos, tema que cobraba relevancia en la academia. Durante la década de 1780, junto a sus sobrinos, el matrimonio realiza experimentos con ranas muertas que concluirán en la publicación de *De viribus electricitatis in motu musculari* (Sobre las fuerzas de la electricidad en el

movimiento muscular) en 1791 bajo la autoría de Luigi Galvani [12,13]. Lucía no viviría la publicación de sus trabajos ni el debate científico que encendieron a causa del asma por el que falleció [11].



Figura 3. Retrato de Lucía Galeazzi. Reproducido de [14].

3.1 Sobre las fuerzas de la electricidad en el movimiento muscular (Galvani, 1791)

El texto de corte expositivo-argumentativo se divide en una introducción, un desarrollo en tres apartados y una conclusión. El narrador es el propio Galvani, mientras que su esposa y sus sobrinos no son nombrados, únicamente aludidos al referirse a sus “asistentes”. La introducción comienza describiendo cómo observaron contracciones musculares en una rana disecada cercana a una máquina eléctrica al tocar con un bisturí los nervios de sus patas. Este suceso genera el asombro de Galvani y sus asistentes, que comienzan un proceso de experimentación dividido en tres partes.

La primera parte se titula *Los efectos de la electricidad artificial en el movimiento muscular*. Aquí se cuentan las sucesivas pruebas a las que sometieron a las ranas disecadas utilizando diferentes dispositivos eléctricos, entre ellos la máquina electrostática de Ramsden, el electróforo de Volta y la botella de Leyden, como se observa en la figura 4.

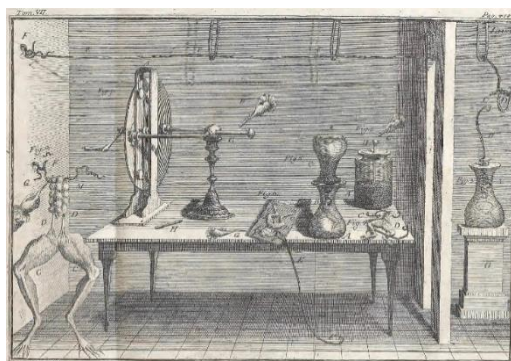


Figura 4. Dibujos de los experimentos sobre la electricidad artificial. Reproducido de [13].

En la segunda parte, *Los efectos de la electricidad atmosférica en el movimiento muscular*, se pregunta si los efectos musculares pueden generarse también con la electricidad atmosférica. Para ello, conecta la rana a un pararrayos durante un día de tormenta y vuelve a observar contracciones, incluso haciéndolo con animales vivos. Pero para su mayor sorpresa, también se repetían las contracciones en días despejados.

En el tercer apartado, *Los efectos de la electricidad animal en el movimiento muscular*, se encamina a postular su hipótesis de la electricidad animal, sospechando que los efectos de la electricidad artificial y atmosférica no eran la verdadera fuente de las contracciones. Entonces se encerró en una pieza del laboratorio y dispuso las ranas sobre una placa de hierro (véase figura 5). Observó que al presionar el gancho de cobre en el que colgaban las ranas sobre la placa volvían a producirse movimientos musculares.

A modo de conclusión, Galvani postula su hipótesis de lo que se llamaría electricidad animal. Haciendo una analogía con la botella de Leyden, propone que existe una electricidad propia del animal, distinta a la ordinaria, que se almacena en los músculos y al transmitirse por los nervios causa el movimiento de los organismos vivos.

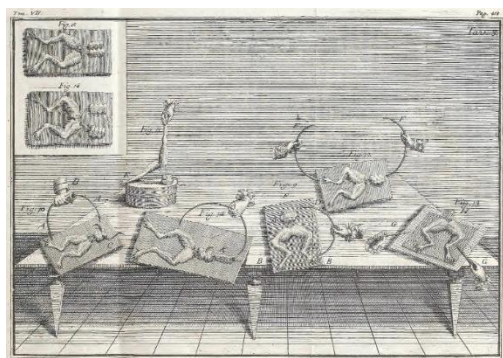


Figura 5. Dibujos de los experimentos sobre la electricidad animal. Reproducido de [13].

La publicación de este tratado comenzó un debate científico sobre las causas del movimiento muscular. La interpretación galvánica, irónicamente, no fue defendida por Luigi Galvani, quien ahora viudo disminuyó su actividad pública [15]. El principal defensor de su postura fue uno de los sobrinos con los que había trabajado: Giovanni Aldini (1762-1834). Este joven físico agregó notas al tratado de su tío e hizo publicaciones propias defendiendo la interpretación de la electricidad animal.

4. El giro de Volta

Del otro lado, quien se presentaba como principal opositor era el flamante Alessandro Volta (1745-1827) (véase figura 6) [16]. Este físico había nacido en Como, Italia, en el seno de una familia de la nobleza. A pesar de los deseos de su familia en estudiar una carrera jurídica, Volta se las ingenió para dedicarse a las ciencias a partir de su educación superior. Ya para los albores del debate sobre la electricidad animal, era un prolífico científico que había publicado numerosas veces en la Real Sociedad de Londres, catedrático de Física Experimental en la Universidad de Pavia que había inventado aparatos como el electróforo, la balanza electrométrica y el condensador (sucesor de la botella de Leyden).



Figura 6. Retrato de Alessandro Volta. Reproducido de [17].

Desde 1793, Volta se opone a la interpretación de la electricidad animal en una publicación en las *Philosophical Transactions* de la Real Sociedad de Londres [18]. En 1796 publica *Sobre la electricidad que se genera durante el contacto entre conductores desiguales* mostrando la sensación de sabor que se produce al colocar metales diferentes en contacto, en particular plata y zinc, separados por la lengua. Este curioso efecto había sido ya publicado por Johann Georg Sulzer en 1752, pero es Volta quien adjudica por primera vez un origen eléctrico al fenómeno [19].

Convencido del origen inorgánico de la electricidad en el galvanismo y apoyado en sus propios experimentos, Volta adjudica la fuente de la corriente eléctrica al contacto de dos conductores metálicos diferentes dispuestos en una solución acuosa o conductor húmedo y lo toma como un principio general. En una carta del 20 de marzo de 1800 a la Real Sociedad titulada *Sobre la electricidad excitada por el mero contacto de sustancias conductoras de diferentes tipos* [20], Volta expone la construcción de un nuevo aparato basado en este principio e inspirado en el órgano eléctrico de los peces eléctricos, al que llama *órgano eléctrico artificial*. Consistía en una columna de discos apilados -como los electrocitos del órgano eléctrico animal- de tres materiales colocados sucesivamente: un metal cualquiera sea, cartón humedecido en un líquido conductor y un segundo metal diferente al primero

(véase figura 7). Repitiendo este patrón se genera una “fuente perpetua de fluido eléctrico”, es decir, un aparato que crea una corriente eléctrica. Además, presentó una variante hecha con tazas.



Figura 7. Ejemplar de una pila voltaica. Reproducido de [21].

5. El día después

La creación de la pila en un simbólico comienzo del siglo XIX constituyó un elemento revolucionario en la Física y en la tecnología. Por un lado, la introducción de este nuevo aparato hizo posible la noción del concepto de corriente eléctrica como nueva entidad física que, como sabemos, es el nexo que uniría la electricidad y el magnetismo a partir del efecto Oersted. A su vez, permitió avanzar en el desarrollo tecnológico al permitir la construcción de circuitos eléctricos en régimen estacionario.

A Alessandro Volta se le adjudica el nacimiento de la electroquímica, no solo porque los principios que hacen funcionar la pila son electroquímicos sino también porque, gracias a este dispositivo, los científicos William Nicholson y Anthony Carlisle descubrieron la electrólisis del agua menos de un año después de la publicación de Volta [22].

A Luigi Galvani, y se debiera agregar a Lucía Galeazzi, se le atribuye el nacimiento de la electrofisiología, en tanto sus trabajos respaldan por primera vez la naturaleza eléctrica de los impulsos nerviosos y su relación con las funciones musculares.

A pesar de la pretensión de Volta de acabar con el debate sobre el galvanismo al exponer su nueva pila, Giovanni Aldini continuó haciendo oposición al pensamiento de Volta en búsqueda de utilizar la electricidad como herramienta terapéutica. Extendió los experimentos de las ranas muertas a animales de sangre caliente y más tarde a cadáveres humanos (véase figura 8) que conseguía principalmente de criminales ejecutados. Así comienza una gira por Europa divulgando la teoría de la electricidad animal y haciendo demostraciones públicas de los efectos de la electricidad en cadáveres y enfermos [16]. Se dice que

la figura de Giovanni Aldini inspiró a Mary Shelley a escribir su famosa obra *Frankenstein* o *El moderno Prometeo*.

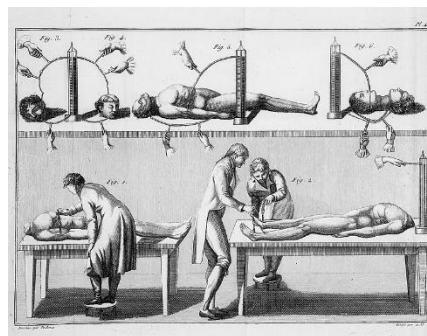


Figura 8. Ilustraciones de los experimentos de Aldini con cadáveres humanos. Reproducido de [23].

Como vemos, la controversia no necesariamente glorificó a un único científico ya que tanto Volta como Galvani, Galeazzi y Aldini tuvieron sus triunfos y sus desaciertos. Por un lado, el grupo de trabajo de Galvani se equivocó al asumir la existencia de una electricidad propia de los animales, si bien descubrió e interpretó correctamente el origen eléctrico de las contracciones musculares. Por otro lado, Volta refutó las ideas galvánicas y encontró un origen inorgánico en la corriente eléctrica, pero se equivocó al pensar que todo efecto electrofisiológico necesita de dos metales diferentes como fuente de corriente [24].

6. Posibilidades didácticas del caso

Sin desestimar la capacidad de los docentes de elaborar y fundamentar propuestas didácticas que involucren esta historia, a continuación, se esbozan sencillamente posibles énfasis no excluyentes entre sí que pueden realizarse en el abordaje del caso en la enseñanza de la Física.

En un primer énfasis, se puede destacar el carácter *interdisciplinario* que ha tenido el proceso de invención de la pila. La historia muestra vínculos directos con la Medicina, la Biología y la Química, así como puntos de conexión con la Literatura y la Filosofía, asignaturas comúnmente desestimadas a la hora de coordinar actividades o contenidos. Como temas de ejemplo para trabajar interdisciplinariamente se proponen: la naturaleza eléctrica de los impulsos nerviosos, el potencial de acción, la electrólisis del agua, procesos redox en la pila voltaica, Frankenstein y la física detrás o debates filosóficos en torno a la vida y las causas del movimiento muscular o a la ética científica.

Por otro lado, el enfoque puede estar en la *epistemología* del caso, poniendo el ojo en el proceso de construcción de conocimiento de Galvani y de Volta y su contexto histórico. Como ejemplos, se proponen la construcción de la noción de circuito eléctrico cerrado y de corriente eléctrica continua, la realización de debates sobre galvanismo o la identificación de hipótesis y sus validaciones a lo largo del caso.

Otro énfasis posible reside en lo *lingüístico*. Dado que la forma de acercarse al conocimiento de la historia es a través de fuentes escritas, la enseñanza de la lectura y escritura en Física cobra un nuevo sentido. En nuestra disciplina existen formas características de leer y escribir, géneros discursivos propios y un lenguaje científico que nos compete enseñar. Por lo tanto, el uso de los textos de Galvani y Volta en el aula puede cumplir el cometido de alfabetizar científicamente. A modo de ejemplo, puede implementarse la deconstrucción de las fuentes primarias para aprender a escribir un texto expositivo-argumentativo, el análisis de los recursos argumentativos utilizados por los autores o la escritura de textos análogos a partir de experiencias de aula y ejercicios de imaginación.

También podemos enfatizar en el componente *experimental-práctico* de la Física a partir de este caso. A lo largo de la historia del caso, los distintos actores realizan experimentos para investigar y probar sus hipótesis, muchos de los cuales son reproducibles en un laboratorio de Física. Como ejemplos, se proponen la construcción de una pila voltaica casera, la electrólisis del agua utilizando una pila casera o la reproducción de experimentos como el de las ancas de rana o la generación de sabores en la lengua. Respecto a estas últimas posibilidades, dado que involucran aspectos sensibles y riesgosos, es necesario que el docente responsable revise las limitaciones que el sistema educativo puede imponer para estas actividades. Se sugiere consultar a la Inspección de Biología sobre los protocolos actuales respecto a experimentos con vertebrados y el uso del cuerpo humano de los estudiantes.

Por último, el énfasis puede estar en la relevancia *sociocultural* de la tecnología. La pila voltaica fue un salto cualitativo en el desarrollo tecnológico y a partir de ella se ha organizado gran parte de nuestra vida en sociedad. Por ello, una opción es enfocarse en enseñar el impacto social, tecnológico y ambiental que tuvo la invención y posterior evolución de la pila como manera de formar ciudadanos críticos. Los temas de ejemplo que se proponen son el análisis de la evolución de la pila y su producción y consumo, una investigación sobre los impactos ambientales y sociales de la pila, la realización de campañas informativas de dichos impactos o campañas de reciclaje y buen uso de pilas en la institución educativa.

7. Conclusiones

Se espera que la complejidad, la controversia y la riqueza que hacen a la historia de la primera pila hayan quedado plasmadas en esta narración, así como las oportunidades de enseñar Física a partir del caso y el valor de la Historia para aprender y enseñar Ciencia.

El esbozo de posibilidades para la enseñanza de la Física resulta simple y esquemático. Si bien cumple la función de inspirar o brindar ideas a los docentes, serían valiosas propuestas didácticas más detalladas y contextualizadas que hagan uso de este o cualquier caso en la historia de nuestra ciencia.

Es deseable que la comunidad de docentes de Física continúe encontrando en la Historia de la Ciencia un amplio campo de conocimiento para enriquecer la enseñanza de la disciplina y que, a partir de ello, se desarrollen producciones aún más ambiciosas y enriquecedoras que la presentada en este artículo.

8. Referencias

- [1] J. Jeans, Los dos siglos siguientes al de Newton en *Historia de la física hasta mediados del siglo XX*, editado por Fondo de Cultura Económica (Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, 2016), pp. 318-320.
- [2] L. Figuier, La Machine Électrique en *Les Merveilles de la science ou description populaire des inventions modernes*, editado por Jouvet y Cía (Librairie Furne, París, 1867), pp. 429-490.
- [3] G. Gamow, La edad de la electricidad en *Biografía de la Física*, editado por Salvat Editores (Alianza Editorial, España, 1971), pp. 100-102.
- [4] Rama, Leyden jar-MHS 2034-P5200037-gradient, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leyden_jar-MHS_2034-P5200037-gradient.jpg (2018).
- [5] ScotCat, Malapterurus electricus (Gmelin, 1789), https://www.scotcat.com/factsheets/malapterurus_electricus.htm (2007).
- [6] M. de Asúa, The Experiments of Ramón M. Termeyer SJ on the Electric Eel in the River Plate Region (c. 1760) and other Early Accounts of Electrophorus electricus, *Journal of the History of the Neurosciences*, 17(2), pp. 160-174 (2008).
- [7] J. Hunter, An Account of the *Gymnotus Electricus*, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 65, pp. 395-407 (1775).
- [8] M. Piccolino, Luigi Galvani's path to animal electricity C. R. *Biolegies*, 329, pp. 303-318. (2006).
- [9] Wikipedia, Luigi Galvani, https://it.wikipedia.org/wiki/Luigi_Galvani#cite_note-18 (s.f.).

- [10] Wikimedia Commons, Luigi Galvani, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luigi_galvani.jpg (s.f.).
- [11] M. Focaccia, Galeazzi Galvani Lucia, <https://scienzaa2voci.unibo.it/biografie/76-galeazzi-galvani-lucia> (s.f.).
- [12] L. Galvani (1953). *Commentary on the effects of electricity on muscular motion* (Waverly Press, Inc., Massachusetts, 1953).
- [13] L. Galvani, *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius* (Typographia Instituti Scientiarum, Bologna, 1791).
- [14] Wikimedia Commons, Lucia Galeazzi Galvani, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Portrait_of_Lucia_Galeazzi_Galvani_pair.png (s.f.).
- [15] A. Parent, Giovanni Aldini: From Animal Electricity to Human Brain Stimulation, en The Canadian Journal Of Neurological Sciences, Vol. 31, (4), pp. 576–584 (2004).
- [16] A. De Micheli-Serra, Recordando a Luigi Galvani en el bicentenario de su muerte, en Gac. Méd., Vol. 135, (3), pp. 325-330 (1999).
- [17] Wikimedia Commons, Picture of A. Volta, the noted physicist and electrical researcher, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Volta_A.jpg?uselang=it (s.f.).
- [18] A. Volta, Account of some discoveries made by Mr. Galvani, of Bologna; with experiments and observations on them. In two letters from Mr. Alexander Volta, F. R. S. Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia, to Mr. Tiberius Cavallo, Philosophical Transactions of the Royal Society, (83), pp. 10-44 (1793).
- [19] E. T. Whittaker, *A History Of Theories Of Aether and Electricity* (Hodges, Figgis, & Co., Ltd., Dublin, 1910).
- [20] A. Volta, On the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds. In a letter from Mr. Alexander Volta, F. R. S. Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia, to the Rt. Hon. Sir Joseph Banks, Bart., Philosophical Transactions of the Royal Society, (90), pp. 127-129 (1800).
- [21] Museo della Scienza e della Tecnologia "Leonardo da Vinci", Pila a colonna, di Volta, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pila_a_colonna, di Volta - Museo scienza tecnologia Milano 02104 2014.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pila_a_colonna,_di_Volta_-_Museo_scienza_tecnologia_Milano_02104_2014.jpg) (s.f.).
- [22] Wikipedia, William Nicholson (chemist), [https://en.wikipedia.org/wiki/William_Nicholson_\(chemist\)#cite_note-12](https://en.wikipedia.org/wiki/William_Nicholson_(chemist)#cite_note-12) (s.f.).
- [23] Wellcome Collection, Essai théorique et expérimental sur le galvanisme, avec une série d'expériences. Faites en présence des commissaires de l'Institut National de France, et en divers amphithéâtres anatomiques de Londres par Jean Aldini / [Giovanni Aldini], <https://wellcomecollection.org/works/q2patb5a> (s.f.).
- [24] B. Dibner, Luigi Galvani, en *Encyclopaedia Britannica* (2024).