

El ludión en los primeros textos con fines educativos y científicos

The ludion in the early texts for educational and scientific goals

Beatriz Carrasquer Álvarez y Adrián Ponz Miranda¹
Universidad de Zaragoza.

Fecha de recepción del original: junio 2019

Fecha de aceptación: julio 2019

Resumen:

En este trabajo se utiliza el instrumento denominado ludión para analizar el desarrollo de la física experimental en España. Fue descrito en Italia en 1648 y durante el siglo XVIII difundido en textos escritos en diversos idiomas. Se repasan los autores que influyeron en su difusión en Europa y que a su vez tuvieron relevancia en la enseñanza de la física experimental en España. El aparato no tuvo una gran relevancia en los laboratorios, pero sí como herramienta divulgativa, de entretenimiento, en mercados o ferias en manos de charlatanes o científicos ambulantes, considerados cada vez más relevantes en la divulgación cultural de su tiempo.

Palabras clave: Ludión, diablo cartesiano, física experimental, historia de la ciencia, aparatos científicos.

Abstract:

In this work, the device called Ludion is used to discuss the development of experimental physics in Spain. It was described in Italy in 1648, and during the 18th century it was spread in texts written in different languages. Authors who influenced its dissemination in Europe are review. These authors in turn had relevance in the teaching of experimental physics in Spain. The device did not have a great relevance in laboratories. However, it was relevant as an informative tool, of entertainment, in markets or fairs in the hands of charlatans or itinerant scientists, who are increasingly considered relevant in the cultural dissemination of their time.

Key words: Ludion, cartesian devil, experimental physics, history of science, scientific devices.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Zaragoza

Introducción

Desde comienzos del siglo XVIII, la física europea intenta liberarse del predominio de la filosofía tradicional inspirada en Aristóteles como único marco conceptual, para contrastar sus hipótesis mediante la física experimental, las matemáticas, determinadas máquinas y aparatos y, de esta manera, encontrar explicaciones a los acontecimientos físicos observados (Guijarro, 2001; Nomdedeu, Iglesia, 2013). Este cambio comenzará en España a finales del siglo XVIII.

Estos acontecimientos se ponen de manifiesto en los textos utilizados en la enseñanza superior de nuestro país. Los libros que aparecen como consecuencia de la necesidad de impartir determinadas materias, incorporan experiencias que requieren de montajes que es preciso adquirir o construir para poder poner de manifiesto lo que la propia ciencia experimental exige, la demostración empírica. La recuperación de este patrimonio científico, parte del cual son los propios instrumentos y su historia, son una contribución necesaria para la Historia material de la Ciencia (Zarzoso, 2005; Bertomeu, Cuenca, García y Simón, 2011; Sánchez, 2012)

2012). Esta cultura colectiva no ha de considerarse exclusivamente para aquellos personajes o aparatos que marcaron los momentos más importantes para la ciencia, sino también para aquellos que han tenido alguna repercusión en la enseñanza, en aplicaciones tecnológicas o en el ámbito del entretenimiento, considerando la importancia del juego como promotor del aprendizaje (Tejero, Prieto y Álvarez, 2017).

El ludión o diablo cartesiano es uno de estos instrumentos que se utilizó inicialmente como herramienta científica, como termoscopio, pero que, en poco tiempo, fue sustituido por otros aparatos más adecuados para medir la temperatura, o más espectaculares, para demostrar la elasticidad del aire, el principio de Arquímedes o el de Pascal. Sin embargo, su uso ha perdurado hasta la actualidad gracias a su utilización como recurso didáctico, de motivación para los/as más jóvenes hacia el aprendizaje de la física, o como distracción. Dicho instrumento se compone de objeto hueco lleno de aire en el seno de un fluido (agua). Este objeto al ejercer presión desciende y al desaparecer esa presión asciende. El aumento de presión se transmite al fluido. El volumen de aire contenido en el objeto hueco disminuye así como la fuerza de empuje ejercida por el agua. El objeto desciende. Cuando la presión cesa, el aire recupera su volumen original; el peso del objeto hueco queda entonces contrarrestado por la fuerza de empuje ejercida por el agua y el objeto asciende. En este trabajo se utiliza el ludión como eje director de la narración, mencionando su inclusión en los diversos libros científicos que también fueron utilizados como textos docentes con diversos objetivos didácticos; aparecerá como un instrumento de demostración del comportamiento de los cuerpos sólidos sumergidos en líquidos, y en menor medida, en los experimentos encaminados a demostrar la elasticidad del aire, para posteriormente perpetuarse hasta nuestros días como una actividad didáctica o de entretenimiento. Asimismo, se tratará de la importancia creciente que en los últimos años se está dando a la labor de los profesionales de la divulgación de la cultura científica ambulantes, que frecuentaban los mercados, ferias y lugares públicos de Europa.

El nacimiento y difusión del ludión como herramienta educativa con usos científicos

Setenta y cuatro años después de ser descrito el funcionamiento del aparato por Magiotti (1648), la gran difusión del nombre Diablo Cartesiano se deberá al filósofo y matemático Christian Wolff (1722). Musschembroek también escribió abundantes libros con diversas ediciones y traducciones. En algunos de ellos (Musschembroek, 1762), se utiliza el experimento para demostrar la capacidad de compresión del aire y su elasticidad.

En Francia la nueva física experimentó un gran avance durante el siglo XVIII. En París los cursos en los que se realizaban experiencias con nuevas máquinas eran habituales y aplaudidos. Se llevaban a cabo en las universidades, academias, sociedades y bibliotecas y de ellos se hacía publicidad mediante carteles y papeletas de mano que se repartían por las calles o mediante anuncios en periódicos (Jiménez de Góngora y Luján, 1781). Nollet y su discípulo De La Fond, serán junto con los autores holandeses los que más influirán en el desarrollo de la física experimental en España. Johann Christoph Sturm difundió en sus textos el uso del ludión (Sturm, 1685).

El uso científico del ludión se abandonó con cierta rapidez, fundamentalmente su utilización como termoscopio, debido al desarrollo de los termómetros con escalas y contruidos con tubos estrechos que los hacían más fáciles de transportar, exactos y rápidos. Las bombas de aire, las escopetas de aire comprimido, entre otros descubrimientos, también fueron relegando al ludión a un simple experimento de entretenimiento. Pero la magia, charlatanería y el curanderismo encontraron en él un instrumento de gran utilidad, que se puso de manifiesto con la fabricación de abundantes ludiones que ocultaban su funcionamiento para sorprender a los observadores (Carrasquer, Ponz y Álvarez, 2015).

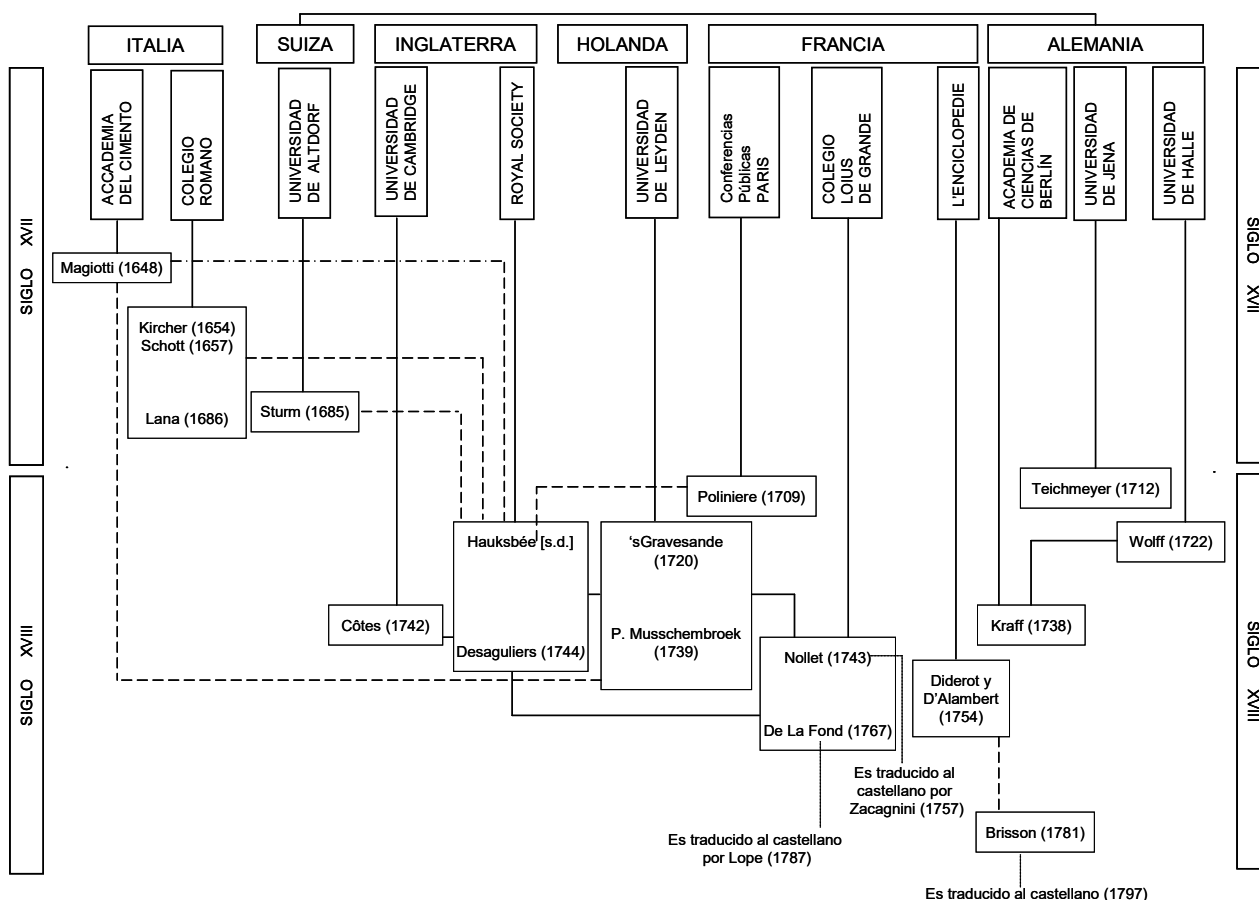
En los textos en castellano las primeras menciones al ludión datan de mediados del siglo XVIII. Los primeros que incluyen la experiencia son traducciones de libros de ciencia franceses. Büchner (1765) narra la historia de Grimaret, un aprendiz de sastre que residía en Pau y que decidió abandonar el negocio paterno y dedicarse a otra profesión más intelectual y de reconocimiento social. Después de estar varios años formándose en la filosofía cartesiana con diversos profesores, entre ellos el padre Malebranche, decidió comenzar su trabajo en solitario en España. El motivo de esta elección fue por su proximidad al lugar de residencia habitual, su lengua y costumbres, para él más familiares. Una de las experiencias que aprendió de Malebranche fue la del Diablo Cartesiano. Otros autores modernos estudian la trascendencia de los llamados *profesores itinerantes* o *soldados de la ilustración* en la divulgación de los avances científicos (Hochadel, 2007). A menudo estos divulgadores de la ciencia eran los propios fabricantes de los instrumentos, que sorprendían a la gente del pueblo que, de esta manera, también se interesaban por los avances científicos y sus posibles aplicaciones tecnológicas. Estos personajes tuvieron su papel, poco reconocido, en la popularización de los avances de la ciencia y su conocimiento popular, en un momento en el que en Europa poco se podía divulgar por escrito y fuera de las universidades o salones de conferencias

Física en Europa y el experimento Ludió

La segunda mitad del siglo XVII en Europa se caracteriza por el intento de dar explicación a los fenómenos supuestamente mágicos, mediante razonamientos de la filosofía natural merced a experimentos, frente a los interesados en defenderlos como fenómenos mágicos naturales. Determinadas organizaciones, inspiradas en los planteamientos de Bacon, como la Royal Society de Londres o como la Accademia del Cimento de los Medici, intentaban renunciar a lo oculto y dar solo crédito a lo experimentado. Los experimentos realizados por la Accademia fiorentina serán publicados (Accademia del Cimento, 1667) y replicados, a lo largo del siglo XVIII, en los trabajos de otros científicos como Musschembroek (1731), De La Fond (1775), y Desaguliers (1744), este último mecánico de laboratorio de Isaac Newton (Boschiero, 2007). Uno de los experimentos citados por estos autores es el Diabolo Cartesiano.

Entre los instrumentos de la Accademia, se describen aquellos que ponen de manifiesto las alteraciones del aire *derivanti dal caldo, e dal freddo* (derivadas del calor y del frío) y, como resultado, exponen cinco modelos de termoscopios; un aparato derivado de las tentativas iniciales, antes de concluir en estos cinco aparatos, sería el que Magiotti había descrito en 1648, como *scherzi* (juegos, distracciones) y que cincuenta años después se denominará Diabolo Cartesiano (Accademia del Cimento, 1667).

Los avances científicos también se divulgan para el público no experto. En París, uno de los conferenciantes más conocidos es Poliniere, que también publica libros con la descripción de las experiencias, entre ellas las de *une petite figure faite d'émail* (Poliniere, 1709). Este planteamiento experimental de la física tardará unos años más en llegar a las universidades, donde el sistema de enseñanza se basaba habitualmente en la lectura de textos elaborados desde la filosofía natural aristotélica. Esta situación comenzará a cambiar a finales del siglo XVII. Uno de los primeros autores fue 'sGravesande, científico y divulgador de origen holandés que defendía de forma entusiasta las teorías de Newton y replicaba los experimentos de Hauksbée y Desaguliers. Con un texto escrito en latín también describe el ludió, denominándolo *Experimentum 18* ('sGravesande, 1720). Tal y como se ha mencionado anteriormente, Nollet y su alumno De La Fond fueron los creadores en Francia de los primeros Gabinetes de Física y defensores de la enseñanza de la Ciencia experimental. Nollet (1743), en el segundo tomo de su Física Experimental, describe ampliamente, en la *VIII Experience*, el funcionamiento de la *petite figure creuse d'émail*; este texto será traducido al castellano por Zacagnini (Nollet, 1757). Por su parte, De La Fond escribe sus dos primeros tomos de Física Experimental. En el tomo I describe el experimento (De La Fond, 1767), sin dar un nombre concreto a la experiencia. En su siguiente texto (De La Fond, 1775) al referirse a la *figure d'émail*, dice, *On donne à ces sortes de figures le nom de ludion* (Este tipo de figuras reciben el nombre de ludió). De La Fond seguirá utilizando el recurso del ludió en sucesivas publicaciones, siempre empleando exclusivamente el nombre de *ludion* (Cuadro I).



Cuadro I. Autores que tuvieron especial relevancia en la difusión de la experiencia del ludión.

(Fuente: Elaboración propia)

La difusión del ludión en textos en español

Agusti i Cullerell (1983) y Miralles y Miralles (2007) citan los textos de Martínez Pérez (1730), Berni (1736), Herrero (1738) y Piquer (1745) como los primeros de física editados en castellano, aunque su planteamiento seguía siendo en gran medida influenciado por el de la antigua filosofía escolástica. Herrero (1738) defiende que para llegar a comprender debemos ser conscientes de que el entendimiento debe ir acompañado de hacer trabajar nuestra mente, meditando nuestros juicios, poniendo en práctica ciencia. Sin embargo, la contradicción de planteamientos tan adelantados como los anteriores, se produce cuando se solapan con los religiosos. En el campo de la física experimental se considera que los primeros textos utilizados en España fueron en lengua francesa o sus traducciones al castellano (Ten, 1983; Fernández, 2006) de autores ya mencionados: Nolle y De La Fond., y también s'Gravesande y Musschenbroek. El vínculo entre estos cuatro autores fue estrecho (véase lámina I). Musschenbroek sucedió a s'Gravesande en la Universidad holandesa de Leiden. Ambos tuvieron relación profesional y personal con Nolle que junto con su discípulo De La Fond realizaban sus trabajos en París. Serán los textos escritos en francés los que más influencia y repercusión tengan en la enseñanza de la física experimental en nuestro país. Nolle

(1743) en el segundo tomo de *Leçons de Physique Experimentale*, describe el funcionamiento de la *petite figure creuse d'émail* (pequeña figura de esmalte hueca) y el aparato queda representado en la lámina 1 de la lección VIII (Figura 1). Este texto es traducido al castellano por Antonio Zacagnini, en la lección dedicada a la gravedad y el equilibrio de los sólidos dentro de los líquidos, relata una serie de experiencias en las que describe su preparación, efectos, explicación, consecuencias y aplicaciones. Beudant (1830), escribe acerca de la escopeta de viento, de la fuente de compresión, de la de Heron y del ludión. Se trata de los pocos textos en castellano que incluyen el experimento entre los temas dedicados a las propiedades elásticas de la materia.

Un momento histórico para tener en consideración es la Real orden de 28 de noviembre de 1770 que se aprueba por el Consejo en 1771 (Real y Supremo Consejo de Castilla, 1771), que provoca la incorporación obligatoria de la Física Experimental de forma lenta y paulatina en las universidades españolas.

De la física de Muschbroek (1731), citada anteriormente, se harán varias versiones en latín, editadas en Venecia, en 1745, 1746 y 1761. Esta tercera edición será denominada la Napolitana por estar traducida, revisada y con muchas mejoras, por Genovesi (Musschbroek, 1761). Es a la que se refieren los académicos de la Universidad de Salamanca y que también utilizarán en la de Alcalá de Henares (Álvarez de Morales, 1997). Se llegó a editar en Madrid (Musschbroek, 1807), seguramente por la obligatoriedad de su utilización junto con el texto de Fourcroy en los estudios de Filosofía, en el plan hecho público ese mismo año (Real Cedula de S. M., 1807).

En Valencia el Plan de Estudios propuesto para su Universidad es aprobado por Carlos III en 1786 y puesto en marcha el curso académico 1787-88. En este plan la enseñanza de la Física Experimental es Obligatoria. Una de las materias, Mecánica y Física Experimental sufrirá una variación en un cambio del plan de estudios en 1807, apareciendo la asignatura Física Experimental y Química, que provocará la adecuación de los libros de texto a estos contenidos (Ten, 1983).

La utilización para usos ajenos a los laboratorios de física también es puesta de manifiesto por diversos autores. Pinaud (1847, 50) cita textualmente: “Estos diferentes casos de inmersión, de suspensión ó de flotación, están bien representados en los movimientos de un pequeño aparato, llamado ludion, que desde el gabinete del físico ha pasado á la mesa del jugador de manos, y que todo el mundo conoce.”

El aparente desapego hacia el ludión por parte de la comunidad científica también es puesto de manifiesto por Antonio Libes. La traducción la realizó Pedro Vieta, y en el capítulo referente a los cuerpos flotantes y a los cuerpos sumergidos se refiere al comportamiento de, “[...] ciertas esferas de vidrio, y pequeñas figuras de esmalte suben u bajan de diferentes modos en una botella llena de agua, comprimiendo más ó menos la vejiga que está atada en el gollete de la botella, ó cuando se produce por alguna mutación de temperatura alguna alteración del volumen de estos pequeños sólidos [...]” (Libes, 1818a, 130).

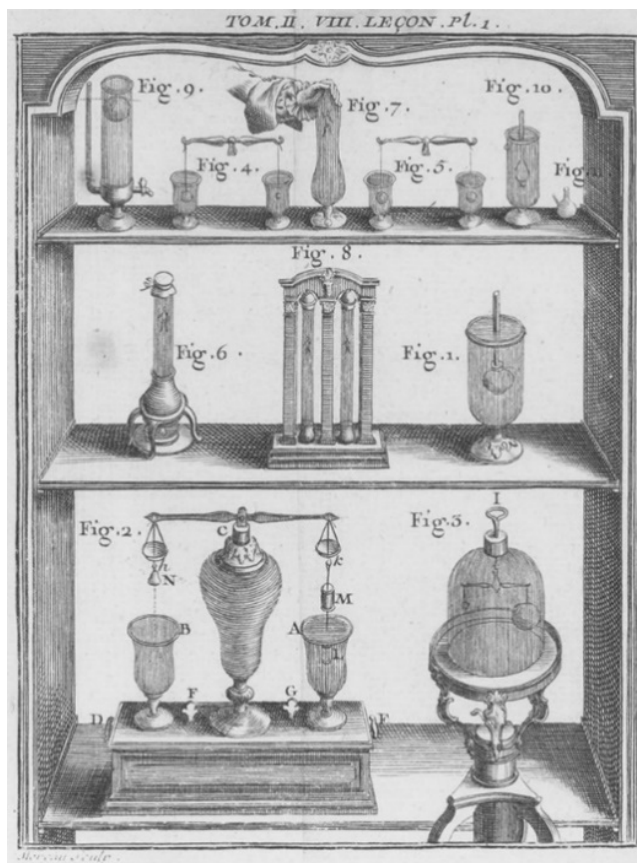


Lámina 1. Representación del ludión. En la lámina, fig. 7. (Fuente: Nollet, 1757)

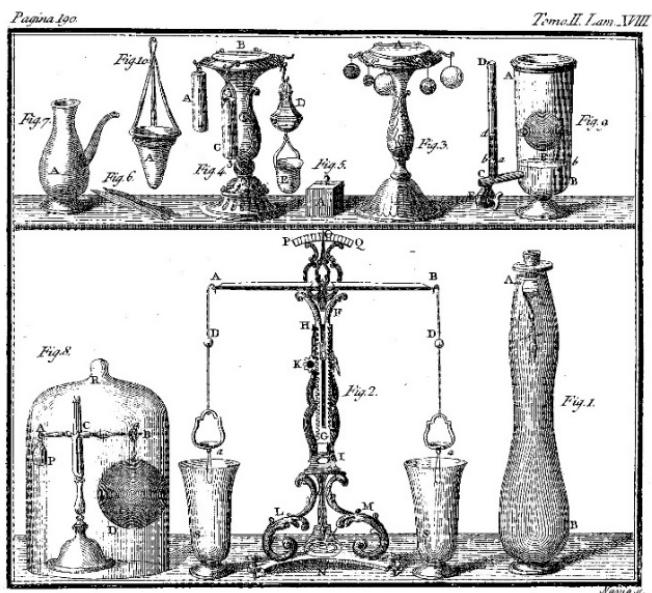


Lámina 2. Representación del ludión. En la lámina, fig. 1. (Fuente: De La Fond, 1787)

En el capítulo referente a la elasticidad del aire no hace mención a la experiencia de las esferas de vidrio. Sin embargo, después de describir dos experimentos con una vejiga llena de aire dice “[...] 827. La mayor parte de los físicos describen a favor de la elasticidad del aire muchos otros experimentos, que nos contentaremos con indicarlos, porque nos parecen más propios para ofrecer un espectáculo agradable que para formar un concurso de pruebas necesarias para continuar, ó para ilustrar la verdad que nos ocupa” (Libes, 1818b, 92).

Consideraciones finales

Parece fundamental que, para avanzar en el conocimiento de determinados aspectos de la ciencia experimental, se averigüe cuáles fueron los pasos y mejoras que se llevaron a cabo en el diseño y la construcción de los aparatos y máquinas, que condujeron a las demostraciones y a cómo éstos quedaban representados, bien gráficamente o mediante explicaciones en los textos.

La investigación acerca de los instrumentos científicos permite relacionar los avances científicos, con la historia y con el uso didáctico de ellos, facilitando la construcción de una imagen más real del conocimiento científico integrado con los aspectos sociales. Asimismo, facilita información útil para la enseñanza de las disciplinas.

Determinada información relacionada con la Historia de la Ciencia ha quedado oculta debido a factores variables, entre ellos el predominio de los relatos considerados positivos para el conocimiento científico. No siempre los errores o los caminos de la investigación que no han conducido a avances resaltables son escritos en los libros de ciencia. Por otra parte, los aspectos divulgativos no han sido considerados históricamente como un apoyo al desarrollo de la ciencia, por lo que se ha denostado a los usuarios de la ciencia no académicos, sin recabar en la importancia que suponen las vocaciones hacia el conocimiento científico, que puede surgir a partir de los aspectos lúdicos diseñados desde la enseñanza formal, vinculando los conocimientos pretendidos con leyes o principios de la ciencia.

Se aportan datos que ayudan a ratificar la idea de que la ciencia experimental entra en las universidades españolas, en gran medida, forzada por las normativas legales que obligan al abandono progresivo del dominio de la filosofía escolástica, al menos en las clases de ciencias. Por otra parte, las universidades frenan el avance de la experimentación, queriendo alargar el tiempo de pervivencia de la filosofía natural, vista desde la escolástica como un conocimiento que solamente debía avanzar mediante razonamientos deductivos y con la creencia de que en nada podían ayudar los experimentos probatorios. Sin duda, y como en otras ocasiones, la falta de inversión económica en la implantación de los nuevos planteamientos, y la necesidad de mecánicos y técnicos que fabricasen los aparatos necesarios, tuvo relevancia en la difusión de este nuevo planteamiento del conocimiento.

Los textos de física experimental en castellano se nutren esencialmente de textos en francés, de autores holandeses y franceses. En concreto, son los textos de Muschembroek, Nollet y De La Fond, traducidos al castellano, los que se utilizarán en España, para introducir la física experimental, siendo también los textos del segundo los que difundirán la utilización del nombre ludión para el aparato. No se ha encontrado ningún texto de este autor, ni en francés ni en castellano, que

utilizara el nombre Diabolo Cartesiano. De esta manera es comprensible la utilización de estos neologismos. La experiencia del ludión se enmarca en los temas relacionados con el equilibrio de cuerpos sólidos sumergidos en líquidos y sigue siendo, al igual que en el resto de Europa, un aparato o experiencia secundaria, utilizada habitualmente como diversión, pasatiempo o como magia.

El ludión no sólo tuvo difusión en el campo de la física. El ludión es difundido por curanderos, charlatanes y, también, por los vidrieros que cumplieron una misión de divulgadores de los avances científicos en una gran parte de la sociedad, alejada de los conocimientos académicos. La narración de Büchner (1765) pone de manifiesto la situación social y científica de la España del s. XVII y, asimismo, el desajuste con parte de Europa en el desarrollo de la ciencia experimental.

Agradecimientos: Los autores pertenecen al Grupo Beagle, financiado por el Gobierno de Aragón (S27_20R) y cofinanciado con FEDER 2021-2027. Adrián Ponz Miranda pertenece al Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón. Este trabajo ha sido posible gracias al Proyecto CienciaTE3 (2018/B001) financiado por la Fundación Universitaria Antonio Gargallo. Agradecemos al prof. José Carrasquer Zamora, el habernos facilitado parte de la bibliografía utilizada para la elaboración de este trabajo y por sus orientaciones en la preparación del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Accademia del Cimento (1667). *Saggi di Naturali Esperienze Fatte nell'Accademia del Cimento*. Florencia: Cocchini.
- Agusti i Cullerell, J. (1983). *Ciencia i Tècnica a Catalunya en el segle XVIII o la introducció de la màquina de vapor*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.
- Álvarez de Morales, A. (1997). «Genovesi y el derecho natural y de gentes en España», en Ministerio de Justicia (ed.), *Anuario de historia del derecho español, nº 67, ejemplar en memoria de Francisco Tomás y Valiente*. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
- Berni, J. B. (1736). *Filosofía Racional, natural, metafísica i moral (I-II-III)*. Valencia: Bordazar de Artàzu.
- Bertomeu, J. R.; Cuenca, M.; García, A. y Simón, J. (2011). Las colecciones de instrumentos científicos de los Institutos de Enseñanza Secundaria del siglo XIX en España. *Historia de la Educación*, 30, pp. 167-193.
- Beudant, F. S. (1830). *Tratado Elemental de Física*. Madrid: Imprenta de Don Miguel de Burgos.
- Boschiero, L. (2007). *Experimental and Natural Philosophy in Seventeenth-Century Tuscany*. Dordrecht: Springer.
- Büchner, G. H. (1765). *Merkwürdige Beyträge zu dem Weltlauf der Gelehrten*. Langensalza : Martini.

- Carrasquer, J., Ponz, A. y Álvarez, M. V. (2015). Evolución de la iconografía del diablo cartesiano y su uso educativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), pp. 95-118.
- De La Fond, S. (1767). *Leçons de Physique Experimentale, vol. 1*. París: Des Ventes de la Doué.
- De La Fond, S. (1775). *Description et Usage d'un Cabinet de Physique Experimentale, vol. 1*. París: Gueffier.
- De La Fond, S. (1787). *Elementos de Física Teórica y Experimental, vol. 2*. Madrid: Imprenta Real.
- Desaguliers, J. T. (1744). *Course of Experimental Philosophy, vol. 2*. Londres: Innys, Senex, Longman.
- Fernández, L. M. (2006). *Tecnología, espectáculo, literatura. Dispositivos ópticos en las letras españolas de los siglos XVIII y XIX*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Guijarro, V. (2001). Petrus Van Musschembroek y la física experimental del siglo XVIII, *Asclepio*, LIII (2), pp. 191-212.
- Herrero, A. M. (1738). *Physica moderna, experimental, systemática, donde se contiene lo mas curioso y util de quanto se ha descubierto en la naturaleza*. Madrid: [s.e.].
- Hochadel, O. (2007). The Business of Experimental Physics: Instrument Makers and Itinerant Lecturers in the German Enlightenment. *Science & Education*, 16, pp. 525-537, DOI: 10.1007/s11191-006-9017-y
- Jiménez de Góngora Y Luján, P. F. (1781). *Decada epistolar sobre el estado de las letras en Francia*. Madrid: Antonio de Sancha.
- Libes, A. (1818a). *Tratado de Física Completo y Elemental, vol. 1*. Barcelona: Imprenta Brusi.
- Libes, A. (1818b). *Tratado de Física Completo y Elemental, vol. 2*. Barcelona: Imprenta Brusi.
- Magiotti, R. (1648). *Renitenza certissima dell' Acqua alla Compressione, Dichiarata con varij scherzi, in occasione d' altri Problemi curiosi*. Roma: Francesco Moneta.
- Martínez Pérez, M. (1730). *Philosophia Sceptica Extracto de la Physica Antigua, y Moderna*. Madrid: [s.e.].
- Miralles, L. y Miralles, M. J. (2007). La Enseñanza de la Física en el siglo XVIII: La física moderna, racional y experimental (1745) de Andrés Piquer Arrufat (primer libro de física escrito en español). *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, pp. 169-196.
- Musschembroek, P. (1731). *Tentamina Experimentorum Naturalium captorum in Academia del Cimento*. Leyden: Verbeek.
- Musschembroek, P. (1761). *Elementa Physicae conscripta in usus Academicos, vols. I, II*. Venecia: Typographia Remondiniana.

- Musschembroek, P. (1762). *Introductio ad Philosophiam Naturalem*, vol. 2. Leyden: Luchtmans.
- Musschembroek, P. (1807). *Elementa Physicae conscripta in usus Academicos*, vols. I, II. Madrid: Typographia Tomae Alban.
- Nollet, J. A. (1743). *Leçons de Physique Experimentale*, vol. 2. París: Frères Guerin.
- Nollet, J. A. (1757). *Lecciones de Physica Experimental*, vol. 2. Madrid: Ibarra.
- Nomdedu, A. e Iglesia, S. (2013). Diccionario Histórico del Español moderno de aparatos de física experimental: Documentación de los términos del siglo XVIII. *Asclepio*, 65 (2), pp. 1-13.
- Pinaud, A. (1847). *Programa de un Curso Elemental de Física*. Cáceres: Imprenta de Concha y Compañía.
- Piquer, A. (1745). *Física Moderna Racional y Experimental (I)*. Valencia: Pascual García.
- Poliniere, P. (1709). *Experiences de Physique*. París: Jean de Laulne.
- Real Cedula de S. M. (1807). *Real Cedula de S. M. y Señores del Consejo, por la cual se reduce el numero de las Universidades literarias del Reyno*. Madrid: Imprenta Real , pp. 30, [en línea], disponible en: <http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?control=BAB20101328124>, [consultado el 17/08/2018].
- Real y supremo Consejo de Castilla (1771). «Plan General de Estudios dirigido a la Universidad de Salamanca por el Real, y Supremo Consejo de Castilla y mandado imprimir de su Orden», en *Segundo Tomo de la Colección de Reales Decretos, Ordenes, y Cédulas de su Magestad*, Salamanca: Real Consejo, pp. 15, 92.
- Sánchez Tallón, J. (2012). *Los instrumentos de Física en los manuales y en los Gabinetes del S. XIX en España. Estudio de caso: El Gabinete del I.E.S “P. Suárez” de Granada, (Tesis doctoral)*, Universidad de Granada.
- ’Sgravesandre, G. J. (1720). *Physices Elementa Mathematica, Experimentis Confirmata sive Introductio ad Philosophiam Newtonianam*, vol. 1. Leiden: Vander y Janssonium.
- Sturm, J. C., (1685). *Collegii Experimentalis sive Curiosi. Vol, II*. Nuremberg: Wolfgangi Maurittii Endteri.
- Tejero, M.; Prieto, L.; Álvarez, P. (2017). Educar a la infancia a través de juegos y juguetes tradicionales: experiencias pedagógicas al aire libre. *Cabás: Revista del Centro de Recursos, Interpretación y Estudios en materia educativa (CRIEME) de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria (España)* [en línea], 18, 73-106. Recuperado de <http://revista.muesca.es/articulos18/412-educar-con-juegos>
- Ten, A. (1983). La Física Experimental en la Universidad Española de fines del siglo XVIII y de principios del XIX. La Universidad de Valencia y su aula de mecánica y Física Experimental. *Llull*, 6, pp. 165-189.

Wolff, C. (1722). *Allerhand Nützliche Versuche, Dadurch Zu genauer Erkänntnis Der Natur und Kunst Der Weg gebähnet wird*, vol. 2. Halle-Magdeburg: Rengerischen Buchhandlung.

Zarzoso, A. (2005). Instrumentos científicos: patrimonio recuperado y didáctica de la ciencia. *Dynamis*, nº 25, pp. 523-537.