

RECEPCIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA NOMENCLATURA DE LA TERMODINÁMICA EN EL SIGLO XIX EN LOS TEXTOS EN ESPAÑOL¹

Abstract

This study presents the first textual documentation of 15 terms describing the phenomena and devices of Thermodynamics. The terms appear in the first three books on the subject by Echegaray (1868), Vicuña (1872) and Rojas (1876). These books tackled Thermodynamics specifically in Spanish and were essential to spreading knowledge of the discipline in Spain during the 19th century. I provide data about how the 15 terms were documented in various corpora and in Spanish dictionaries. This data demonstrates the important influence the three books studied had on developing terminology. This study may contribute to work being carried out by the Neolcyt research group for the *Diccionario histórico del español moderno de la ciencia y de la técnica* (DHEMICYT).

1. Introducción

El objetivo de este estudio es analizar la recepción y la divulgación de los términos de la Termodinámica en los primeros tres libros que abordaron esta rama de la Física en español de manera específica y que fueron fundamentales para su difusión en España²:

¹ Este estudio se inserta en el marco del proyecto de investigación Diccionario histórico del español moderno de la ciencia y de la técnica (fase avanzada), desarrollado por el grupo NEOLCYT (<http://dfe.uab.cat/neolcyt/>), Grupo Consolidado de la Generalitat de Catalunya (2009SGR-937) y financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (FFI2010-15240). Este grupo participa en la Red Temática «Lengua y ciencia» (FFI2009-05433-E).

² Por cuestiones de espacio, no incluyo el libro de Echegaray *Teorías modernas de la física. Unidad de las fuerzas materiales* (1867), que, de acuerdo con mis datos, tuvo seis ediciones entre 1867 y 1900. Ninguno de los términos seleccionados aparece en las dos primeras

- José Echegaray y Eizaguirre (1868). *Tratado elemental de termodinámica*.
- Gumersindo de Vicuña (1872). *Teoría y cálculo de las máquinas de vapor y gas con arreglo a la termodinámica*.
- Francisco de Paula Rojas (1876). *La termodinámica. Su historia, sus aplicaciones y su importancia*.

Para ello, señalaré la primera documentación textual en español de voces referidas a fenómenos y aparatos propios de la Termodinámica en los textos mencionados. Con este análisis, se pretende, en último término, contribuir a la elaboración del *Diccionario histórico del español moderno de la ciencia y de la técnica* (DHEMCYT)³, desarrollado por el grupo de investigación Neolcyt. La metodología seguida para poder lograr el objetivo de esta investigación es la propia de las investigaciones del grupo mencionado: en primer lugar, se documentan las fuentes fundamentales por medio de la consideración de la representatividad de las obras y de los autores gracias a la labor realizada por los historiadores de la ciencia⁴; en segundo lugar, se vacían terminológicamente los textos —teniendo en consideración las investigaciones de los historiadores de la ciencia, las indicaciones de los propios autores estudiados referidas a novedades, fenómenos y aparatos y la documentación sobre los avances científicos del período estudiado—, por un lado, y se contrastan los términos resultados del vaciado con textos y fechas que se recogen en varios repertorios y recursos tales como la Hemeroteca Digital de la BNE, la herramienta Google N-Gram Viewer, el Corpus diacrónico del español (CORDE) de la Real Academia Española o los diccionarios generales y especializados, por el otro.

ediciones (1867 y 1873), si bien destaca por ser un texto que sirvió para preparar el camino a los tres libros analizados. Habrá que esperar a la tercera edición, de 1883, para hallar el término *termodinámica* en este libro.

³ Se puede acceder a varios lemas en abierto desde el sitio web del grupo Neolcyt: <http://dfe.uab.es/neolcyt/>; pestaña: *Diccionario Histórico (Ciencia y Técnica)*.

⁴ En este caso en concreto, seguimos fundamentalmente los estudios de Pohl-Valero (*cf.* Bibliografía).

2. Breve contextualización

Echegaray, Vicuña y Rojas introdujeron la Termodinámica en España (Beltrán 1983: 136). Intentaron legitimar esta disciplina, a partir de la década de 1860, mediante la justificación de su importancia para la sociedad, el progreso y la economía (Pohl-Valero 2009: 130)⁵. Los textos de estos tres autores se enmarcaron en la estrategia de consolidar la física teórica en las universidades españolas, pues, como han señalado varios historiadores de la ciencia, había indicios claros de una falta de interés por parte del Estado español en la educación científica y técnica. Prueba de ello fue la supresión en 1866 del programa de estudios de la cátedra de *Física Matemática* (Pohl-Valero 2006: 78). Sin embargo, tanto Echegaray como Vicuña impulsaron la reaparición de la asignatura Física Matemática en 1871, gracias, sobre todo, al papel que desempeñó Echegaray como Ministro de Fomento, órgano que decidía la instrucción pública, además de ser el presidente del tribunal que seleccionó al catedrático de esta asignatura, Vicuña. Rojas ocupó dicha cátedra a la muerte de Vicuña en 1890 y Echegaray le sucedió en 1909 (Pohl-Valero 2006: 79). A este respecto, Pohl-Valero ha señalado que:

[...] una vez restaurada la cátedra de la física matemática en la década de 1870, estos tres ingenieros se ocuparon de su enseñanza en la Universidad Central de Madrid, fueron miembros de la Real Academia de Ciencias de Madrid, se citaron mutuamente en sus textos⁶ y la comunidad científica española los consideró como los representantes oficiales de la termodinámica (Pohl-Valero 2009: 130).

⁵ Para un repaso histórico de la termodinámica, véase Pohl-Valero (2011b: 20-25). Las cuestiones sociales, políticas y económicas relacionadas con la Termodinámica en este período ya han sido tratadas por Stefan Pohl-Valero (2006, 2007a, 2007b, 2009, 2010a, 2010b, 2011a y 2011b), el investigador que ha abordado en mayor profundidad estas cuestiones. No obstante, considero necesario referirme en este apartado, muy brevemente por razones de espacio, a algunas de las ya abordadas por este mismo investigador para, así, contextualizar el presente estudio y justificar la necesidad del análisis del léxico que los tratados analizados incorporan en sus páginas.

⁶ En *Teoría y cálculo de las máquinas de vapor y gas con arreglo a la termodinámica* (1872) Vicuña mencionó en tres ocasiones a Echegaray: en la página 7 lo cita para indicar que ha leído su libro sobre Termodinámica; en la 19 a propósito de las ecuaciones de Clausius; y en la 236 por la denominación *líquido aislado*, lo que da cuenta de la estrategia de consolidar la física teórica en las universidades españolas llevada a cabo por los tres autores antes mencionada. En *La termodinámica. Su historia, sus aplicaciones y su importan-*

La campaña nacional para prestigiar la asignatura susodicha la llevaron a cabo Echegaray y Vicuña en la *Revista de Obras Públicas* y en la *Revista de la Universidad Central*, sirviéndose de la idea de que la termodinámica había dado mucho prestigio en otras naciones. El discurso construido para ello se basó en la idea según la cual la consolidación de una ciencia teórica repercutía directamente en el progreso de la ciencia aplicada. Para estos autores, si la física moderna se abordaba de manera matemática y se centraba en la termodinámica, se conseguía el progreso científico y, en consecuencia, económico (Pohl-Valero 2006: 81 y 111-112): Vicuña consiguió hacer atractiva la Facultad de Ciencias para los estudiantes de ingeniería y presentó las aplicaciones que la termodinámica tenía en las máquinas térmicas; Echegaray se centró en conseguir prestigio nacional; Rojas mostró los logros de la física matemática.

3. Los autores y los textos analizados

No me consta, como a Sánchez Ron (1992), que los libros analizados de estos autores formaran parte de los que se usaron como manuales de texto en universidades y escuelas especiales⁷, pero, no obstante, sí sirvieron para introducir la termodinámica en España y legitimar la física teórica en las universidades españolas⁸. Desde el punto de vista del léxico que introdujeron, fueron textos fundamentales (*cf.* apartado 4).

Para poder calibrar adecuadamente el valor de las primeras documentaciones aportadas, a continuación se ofrecen datos concretos acerca de los autores y, sobre todo, de los textos objeto del vaciado terminológico.

3.1 José Echegaray y Eizaguirre (1832-1916)

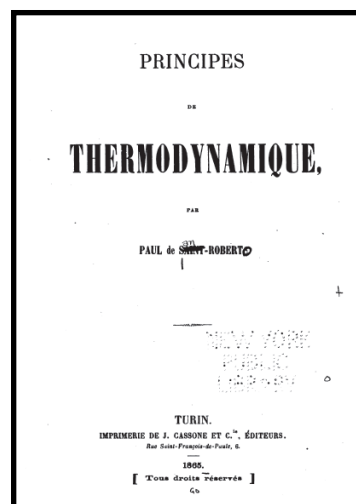
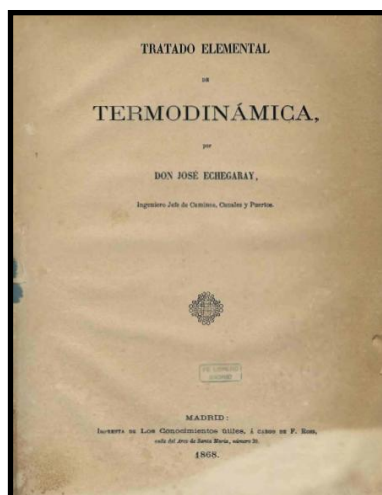
Echegaray fue una figura polifacética. Ejerció un papel decisivo para legitimar la termodinámica gracias a los cargos que ocupó, de los que destacan el de Director General de Obras Públicas, entre 1868 y 1869, o el de Ministro de Fomen-

cia (1876), Rojas citó a Echegaray y a Vicuña en una ocasión: “En España hemos visto publicadas la obrita de D. Gumersindo Vicuña, y las notabilísimas especulaciones científicas del sábio [sic] Echegaray sobre puntos de la mayor importancia en la Teoría mecánica del calor” (Rojas 1876: 2).

⁷ Tampoco se menciona en los trabajos de, por ejemplo, Peset y Peset (1992) o López Martínez (1999).

⁸ Sirva de ejemplo que en 1857 se implantó la Facultad de Ciencias.

to, entre 1869-70 y 1872⁹. Sin embargo, en la bibliografía especializada se afirma que sus aportaciones científicas no fueron originales ni profundas y que su contribución al panorama científico europeo fue casi nula (Lafuente 1979: 18, Jou 2003: 41 o Sánchez Ron 2004: 602).



En *Tratado elemental de termodinámica* (1868), libro de 56 páginas que contó con una única edición, Echegaray explicó “las relaciones físicas que permitían el estudio teórico del ciclo de una máquina térmica para producir calor” (Pohl-Valero 2006: 76). Este tratado representaba un complemento de su libro *Teorías modernas de la física. Unidad de las fuerzas materiales* (1867), a la vez que era mucho más técnico y menos divulgador, lo que permitió a Echegaray presentar su significado de la termodinámica y ser reconocido en España como su representante más importante (1867: 95).

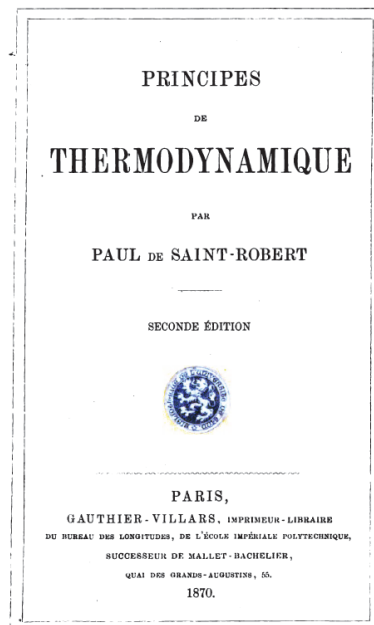
Para elaborarlo, Echegaray se basó fundamentalmente en el libro *Principes de Thermodynamique* (1851) del italiano Paolo Ballada (1815-1888), conocido como conde de Saint-Robert, y que firmó este libro como Paul de Saint-Robert, a quien cita a lo largo del libro en varias ocasiones:

- (1) (Véase la Termodinámica de Saint-Robert.) (p. 8)

⁹ Además ocupó el cargo de Ministro de Hacienda (1872-73), Presidente de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1894-96 y 1901-1916) o académico de la Real Academia Española de 1894 a 1916, entre otros muchos, y ganó el Premio Nobel de Literatura (1904).

- (2) Hemos seguido en la exposicion de estos principios fundamentales el método de M. Saint-Robert en su escelente obra sobre la Termodinámica, aunque con algunas aclaraciones y desarrollos. (p. 12)
- (3) [...] pero solo en un libro hemos encontrado la claridad y el método que tan necesarios son en las obras didáctica, y es este libro de Termodinámica de Mr. Paul-Saint-Robert, ya varias veces citada. Aun es posible, a nuestro entender, dar más claridad á la exposicion, y para conseguirlo alteraremos el orden que suele seguirse en esta materia, siguiendo otro completamente distinto, pero aprovechándonos de algunas ideas del autor que acabamos de citar. (p. 13)

El tratado de Saint-Robert, de 210 páginas, se publicó por primera vez en Turín en 1865. En 1870 se presentó una segunda edición en francés notablemente aumentada, con 483 páginas, año en el que se reimprimió en Leipzig la primera de las dos ediciones. En 1882 se tradujo la segunda edición del texto del científico italiano por parte de Julián Sánchez Campos, libro publicado en Madrid por la Imprenta de Pedro Abienzo, con el título *Principios de Termodinámica*.¹⁰



Principes de Thermodynamique representó el primer texto universitario sobre termodinámica y fue adoptado como libro de texto en Inglaterra. Saint-Robert intentó reunir en él los principales elementos de esta nueva ciencia de manera simplificada —“peut-être un travail utile en réunissant en un petit volume les

¹⁰ En un estudio sucesivo abordaré la traducción de la segunda edición francesa.

éléments de cette science nouvelle. C'est un oeuvre de concentration et de simplification que j'ai tentée." (1865: VII)— y divulgarlos —“contribuir à la diffusion d'une science devenue désormais indispensable aux ingénieurs, aux physiiciens et aux chimistes” (1865: VII).

Si se comparan los dos índices de la primera edición francesa (1865) y del texto de Echegaray (1868), se observa que el texto en español presenta varias coincidencias, como se evidencia en los tres primeros capítulos, con el de Saint-Robert (Tabla 1):

Tabla 1. Comparación de los índices de Saint-Robert (1865) y Echegaray (1868)

| Saint-Robert (1865) | Echegaray (1868) |
|---|--|
| | Advertencia |
| Chapitre I: Introduction | Termodinámica. Capítulo primero. Introducción |
| Chapitre II: Principes fondamentaux | Capítulo II. Principios fundamentales |
| Chapitre III: Équations fondamentales | Capítulo III. Ecuaciones fundamentales |
| | Capítulo IV. Otros sistemas de ecuaciones fundamentales |
| | Capítulo V. Diversos efectos del calor sobre los cuerpos |
| Chapitre IV: Application des équations générales aus fluides élastiques | |
| Chapitre V: Dilatation des corps sans addition ni soustraction de chaleur | |
| Chapitre VI: Théorie de l'écoulement des fluides | |
| Chapitre VII: Mouvement des projectiles dans les armes à feu | |
| Chapitre VIII: Considérations générales sur les machines thermiques | |

Gracias a la lectura de Principes de Thermodynamique (1865), podemos conocer de primera mano las fuentes directas tomadas en Tratado elemental de termodinámica (1868). Echegaray menciona algunas de las que bebió para elaborar este libro —como a los autores Zeuner (1828-1907) y Combes (1835-1921) (p.

13), Hirn (p. 15), Carnot (1796-1832)¹¹ (p. 21), Clapeyron¹² (p. 44)—, pero es necesario acudir, para analizar adecuadamente las fuentes que se tomaron para describir la termodinámica que se introdujo en España, a aquellas que Saint-Robert (1865:203-206) indicó —Carnot (1824)¹³, Clapeyron (1834)¹⁴, Mayer (1842)¹⁵, Joule (1843, 1845, 1850, 1859)¹⁶, Clausius (1850, 1851, 1854, 1856, 1862)¹⁷, Thomson (1849, 1852)¹⁸, Rankine (1851, 1854, 1855, 1861)¹⁹, Turazza

¹¹ Fundador de la termodinámica como disciplina teórica.

¹² En 1834 dedujo la ley de las transformaciones de fase de sustancias puras; fue él también el primero en deducir la ecuación de estado de los gases ideales, a partir de la ecuación de Boyle y de la de Gay-Lussac.

¹³ *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres á développer cette puissance* (París, 1824).

¹⁴ *Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur* (*Journal de l'École Polytechnique*, 23^e cahier, 1834). En esta obra dedujo la ley de las transformaciones de fase de sustancias puras; fue él también el primero en deducir la ecuación de estado de los gases ideales, a partir de la ecuación de Boyle y de la de Gay-Lussac.

¹⁵ *Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur*, publicado en *Annalen der Chemie und Pharmacie* de Wöhler y Liebig, vol. XLII, 1842, traducido al inglés en el *Philosophical Magazine*, 4.^a serie, vol. 24). *Comentarios sobre las fuerzas (energías) de naturaleza inorgánica* (traducción de Furió-Gómez *et al.*, 2007: 464). Rojas (1876: 25) lo traduce como “*Observaciones sobre las fuerzas de la naturaleza inanimada*”.

¹⁶ *On the Calorific Effectsoft Magneto-Electricity, and on the Mechanical Value of Heat* (*Philosophical Magazine*, 4.^a serie, vol. 23, 1843); *On the Changes of Temperature produced by the Rarefaction and Condensation of Air* (*Philosophical Magazine*, mayo de 1845); *On the Mechanical Equivalent of Heat* (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, enero de 1850), *On the Thermal Effects of Compressing Fluids* (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1859).

¹⁷ *Ueber die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze, welche sich daraus für die Wärmerlehre selbst ableiten lassen*, publicado en *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 4.^a serie, vol. 155 (3), 1850; *Ueber das Verhalten des Dampfes bei der Ausdehnung unter verschiedenen Umständen*, publicado en *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 4.^a serie, vol. 158/2, 1851; *Ueber eine veränderte Form des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie*, publicado en *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 4.^a serie, vol. 169/12, 1854; *Ueber die Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf die Dampfmaschine*, publicado en *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 4.^a serie, vol. 173/4, 1856; *Ueber die Anwendung des Anwendung des Satzes von der Ae-*

(1859)²⁰, Zeuner (1860)²¹, Hirn (1862)²², Verdet (1862)²³, Tyndall (1863)²⁴ y Combes (1864)²⁵—, no solo porque citaba las obras en las que él mismo se documentó sino porque el propio Saint-Robert (1865: V-VI) tuvo menos reparos que Echegaray en reconocer la deuda que tenía la termodinámica para con diversos científicos²⁶: con Mayer²⁷, por la idea de la equivalencia del calor y del trabajo mecánico; con Sadi Carnot (1796-1832) sobre la potencia del motor de fue-

quivalenz der Verwandlungen auf die innere Arbeit, publicado en *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 4.^a serie, vol. 192/5, 1862.

¹⁸ *An Account of Carnot's Theory of the Motive Power of Heat*, publicado en *Transactions of the Edinburgh Royal Society*, vol. XVI, 1849; *On the Dynamical Theory of Heat*, publicado en *Transactions of the Edinburgh Royal Society*, vol. XX, 1852.

¹⁹ *On the Mechanical Action of Heat*, publicado en *Transactions of the Edinburgh Royal Society*, vol. XX, 1851; *On the Geometrical Representation of the Expansive Action of Heat and the Theory of Thermodynamic Engines*, publicado en *Transactions of the Edinburgh Royal Society*, vol. XX, 1854; *Outlines of the Science of Energetics*, Edinburg, 1855; *A Manual of the Steam Engine*, Londres, 1861.

²⁰ *Teoria dinamica del Calorico*, publicado en las *Memorie dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, vol. VIII.

²¹ *Grundzüge der Mechanischen Wärmetheorie*, Freiberg.

²² *Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur*, París, 2.^a edición.

²³ *Exposé de la Théorie mécanique de la chaleur, présenté à la Société chimique de Paris le 7 et le 21 février 1862*.

²⁴ *Heat considered as a Mode of Motion*, Londres.

²⁵ *Exposé des principes de la théorie mécanique de la chaleur et de ses applications principales* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, París, janvier 1863 – août 1864).

²⁶ Además Saint-Robert (1865: VII) afirma que “dans la rédaction des plusieurs parties, j'ai pu m'aider des ouvrages de M. M. Turazza, Hirn, Verdet, Combes, auzquels j'ai fait des emprunts”.

²⁷ Jules Robert Mayer (1814-1878), *Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur*, publicado en *Annalen der Chemie und Pharmacie* de Wöhler y Liebig, vol. XLII, 1842, traducido al inglés en el *Philosophical Magazine*, 4.^a serie, vol. 24. *Comentarios sobre las fuerzas (energías) de naturaleza inorgánica* (traducción de Furió-Gómez et al., 2007: 464). Rojas (1876: 25) lo traduce como “*Observaciones sobre las fuerzas de la naturaleza inanimada*”.

go y sobre las máquinas que desarrollan esta energía, gracias a las experiencias de Joule; y con Thomson, Rankine y Clausius por sus desarrollos matemáticos. A pesar de que aún falta profundizar en el análisis comparativo entre los textos de Saint-Robert y Echegaray²⁸, podemos confirmar que el capítulo primero del Tratado elemental de termodinámica (1868) de Echegaray siguió fielmente el Chapitre I del Principes de Thermodynamique (1865) de Saint-Robert, como puede observarse en los contextos de la tabla 2:

Tabla 2. Contextos comparados de Saint-Robert (1865) y Echegaray (1868)

| <i>Principes de Thermodynamique</i> (1865) de Paul de Saint-Robert | <i>Tratado elemental de termodinámica</i> (1868) de José Echegaray |
|---|---|
| On pourrait appeler la première, <i>Theorie de la propagation de la chaleur</i> , et la seconde, <i>Theorie de la transformation de la chaleur</i> : [...] (p. 2) | [...] el nombre de <i>Transformacion del calor</i> , mientras otros, atendiendo á que cuando así obra es en rigor una fuerza, adoptan la denominacion de <i>Teoría mecánica del calor</i> ó la de <i>Termodinámica</i> . (p. 3) |
| Ses principaux fondateurs sont : Sadi Carnot ⁽¹⁾ (1824), et MM. Mayer ⁽²⁾ (1842, Joule ⁽³⁾ (1843), Thomson ⁽⁴⁾ , Rankine ⁽⁵⁾ , Clausius ⁽⁶⁾ , etc. (Voyez la liste des principaux ouvrages qui ont paru sur la Thermodynamique). (p. 3) | Los fundadores de este nuevo orden de conocimientos son Carnot, Mayer (Mayer sobre todo), Joule, Thomson, Rankine, Clausius y algunos otros ; y el lector que quiera ampliar las nociones que presentemos en estos artículos, puede consultar principalmente las obras de Hirn, Combes, Saint-Robert, y las notables Memorias de Clausius, publicada en el <i>Journal de Liouville</i> . (p. 3) |
| La loi de Gay-Lussac établit que, la pression restant la même, lorsque la température varie, le volume prend des accroissements égaus pour des augmentations égales de température. Ainsi v étant le volume au point de départ de la graduation de l'échelle thermométrique, on | 2.º Segun la ley de Gay-Lussac, cuando en un gas la presion permanece constante, y la temperatura varia, el volúmen recibe incrementos iguales para incrementos iguales de temperatura. Así representando por v_v el volúmen inicial, es decir á 0º, y por α el coeficiente de dilatacion, ó sea la fraccion de volúmen aumenta el cuerpo por cada grado de |

²⁸ En otro estudio, expondré los resultados del análisis de la comparación entre ambos textos.

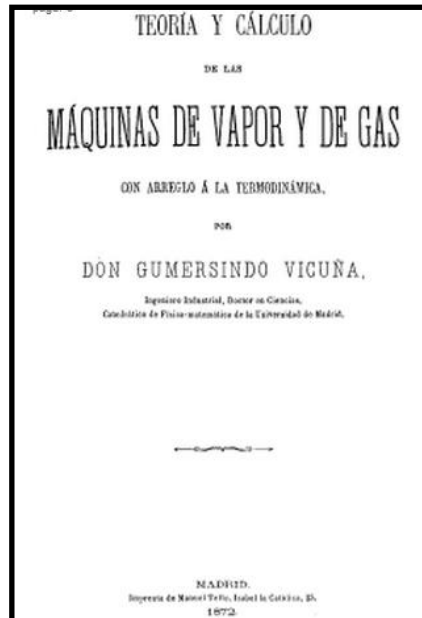
| <i>Principes de Thermodynamique</i> (1865) de Paul de Saint-Robert | <i>Tratado elemental de termodinámica</i> (1868) de José Echegaray |
|---|---|
| <p>a</p> $v = v_o (1 + \alpha t)$ <p>où α désigne le coefficient de dilatation qui dépend du point de départ et de l'échelle thermométrique. (p. 8)</p> | <p>temperatura, tendremos para la temperatura t:</p> $v = v_v + v_v \alpha t, \text{ ó bien } v = v_o (1 + \alpha t)$ <p>(p. 6)</p> |

En líneas generales, puede afirmarse que Echegaray resumió lo escrito por Saint-Robert: el libro de Echegaray cuenta con 56 páginas y el de Saint-Robert con 206.

3.2 Gumersindo de Vicuña y Lazcano (1840-1890)²⁹

En el campo de la física, se recuerda a Vicuña, sobre todo, por su discurso crítico sobre el atraso científico y técnico español y las medidas que había que tomar para remediarlo. Su libro *Teoría y cálculo de las máquinas de vapor y gas con arreglo a la termodinámica* (1872) se encuadraba perfectamente en el “programa” antes mencionado de justificación de la termodinámica como disciplina necesaria para abordar el estudio teórico de la física con el objetivo de obtener resultados positivos en las ciencias aplicadas y, en consecuencia, en la economía. Como ha señalado Pohl-Valero (2006: 87), “Vicuña agrupaba en un solo texto el tipo de conocimientos que podían ser fructíferos tanto para ingenieros como para físicos, lo cual permitía concebir un espacio (la Facultad de Ciencias) con esas mismas características.”

²⁹ Para una bio-bibliografía de Vicuña, véase García Aranda (2008).



Este libro, de 298 páginas, solo tuvo una edición, la de 1872, cuyo índice era el siguiente:

Prólogo

Sección primera. Elementos de Termodinámica. Capítulo primero. Principios fundamentales

Capítulo II. Gases y vapores

Sección segunda. Teoría de las máquinas térmicas. Capítulo primero. Máquinas térmicas en general

Capítulo II. Máquinas de gas

Capítulo III. Máquinas de vapor

Sección tercera. Cálculo de los aparatos accesorios. Capítulo primero. Tubos de conducción

Capítulo II. Alimentación de la caldera

Capítulo III. Condensación del vapor

Capítulo IV. Distribución del vapor

Capítulo V. Ejemplo del contravapor en las locomotoras

Capítulo VI. Transmisión del trabajo

Apéndice. Estados físicos y sus cambios. Capítulo Primero. Sólidos y líquidos

Capítulo II. Vapores

Capítulo III. Teoría de los gases

Capítulo IV. Acciones químicas

Notas. Sobre la dilatación de los cuerpos por el calor

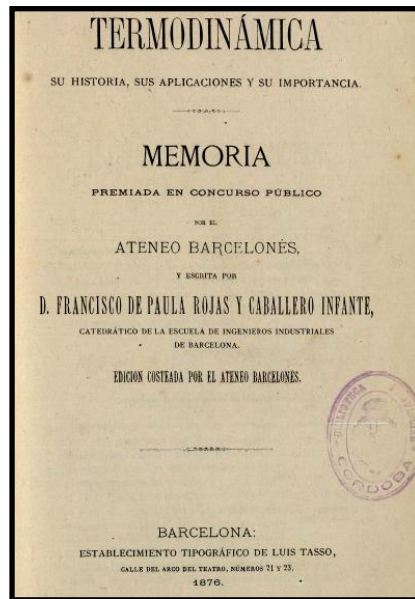
Sobre algunos datos prácticos

Destacó como divulgador científico. Como ha resumido Silva (2011: 562), Vicuña expuso de un modo bastante didáctico la teoría de las máquinas térmicas (sección segunda), se sirvió de varias experiencias e insistió en el concepto de ciclo, de acuerdo con Carnot (pp. 26-28) y sus seguidores (Clapeyron, Thompson o Clausius), de los que destaca el apéndice a la teoría de los gases de Clausius (ignorada en la época, como señala Moreno González, 1988: 63) y presentó, en el capítulo segundo de la sección segunda, las leyes de Mariotte (pp. 33-34), Gay-Lussac (pp. 33-34), Clapeyron (pp. 33-35) y Joule (pp. 35-37), lo que le convierte en un texto sumamente importante desde el punto de vista léxico, al presentar numerosos neologismos referidos a fenómenos y a aparatos (apartado 4), como la *máquina de Stirling* (p. 77) o la de *Reinlein* (p. 79).

3.3 Francisco de Paula Rojas y Caballero-Infante (1832-1909)

Rojas es considerado como el divulgador más activo de lo que se consideraba Ciencia de la Electricidad³⁰. En 1882 fue nombrado asesor técnico de la Sociedad Española de Electricidad y poco más tarde fundó y dirigió la que sería la publicación más importante de esta nueva especialidad en España: la revista *Electricidad*. En *La termodinámica. Su historia, sus aplicaciones y su importancia* (1876), texto básicamente histórico, de 145 páginas, que tuvo solo esta edición, repasó la imagen de la termodinámica que tanto Echeagaray como Vicuña habían elaborado con anterioridad:

³⁰ Para conocer con detalle la obra y las aportaciones de Rojas, véase Moreno Villanueva (2012a).



Introducción a la historia de la Termodinámica. – Principios fundamentales de la nueva ciencia. – Principio de equivalencia. Etc.

Parte Primera. I. Historia del principio de equivalencia

II. Historia del segundo principio ó segunda ley de la Termodinámica, llamado principio de Carnot

Parte segunda. Desarrollo de la Termodinámica y de sus principales aplicaciones, dentro del campo de la Física, tanto bajo el punto de vista científico, como bajo el de su utilidad práctica

Parte tercera. Importancia de la Termodinámica en las otras ciencias

La Termodinámica en el campo de la Química

La Termodinámica en el campo de la Mecánica aplicada

La Termodinámica en el campo de la Fisiología

La Termodinámica en el campo de la Astronomía

La Termodinámica en el campo de la Metafísica

Conclusión

En este libro Rojas presentó “una historiografía de avances científicos y sociales que culminaban en una ‘física moderna’ claramente distinguible de su antecesora o ‘física antigua’” (Pohl-Valero 2006: 99). Fue un texto muy difundido debido al auspicio del Ateneo Barcelonés. Como ha anotado Pohl-Valero (2006: 101), Rojas se basó en las obras del inglés Peter G. Tait (Sketch of Thermodynamics) y del francés Émile Verdet (Dos lecciones de termodinámica, 1862),

textos que tenían una marcada influencia nacionalista en su construcción histórica.

4. La lengua en los textos

En este apartado señalo la primera documentación textual de 15 voces de la termodinámica en español referidas a fenómenos y aparatos para, así, ejemplificar la recepción de las palabras de esta disciplina en los primeros textos en español que se ocuparon de divulgarla. El hecho de que se trate de los primeros libros que abordaron esta rama de la Física en español de manera específica y que fueron fundamentales para su difusión en España permite afirmar que las documentaciones de las voces de la termodinámica en los textos señalados merecen tenerse en consideración de cara a la elaboración del DHEMCYT.

Para los objetivos de este artículo, he seleccionado 15 términos referidos a fenómenos termodinámicos y a algunos aparatos que permiten explicar la novedad de los textos que introdujeron la termodinámica en España. Para ello, he partido de las propias explicaciones de los autores, centrándome, sobre todo, en las descripciones de los nuevos aparatos y en los nuevos descubrimientos importados por los científicos europeos³¹. Después de la lectura de los tres textos, el vaciado inicial produjo un listado más extenso de términos, pero he establecido la lista definitiva de 15 términos gracias a los siguientes criterios: la consideración de las investigaciones de los historiadores de la ciencia; las indicaciones de los autores estudiados referidas a novedades, fenómenos y aparatos; la documentación sobre los avances científicos del período estudiado; la consulta de los términos en la Hemeroteca Digital de la BNE; en la herramienta Google N-Gram Viewer; al CORDE; y gracias a los datos ofrecidos por diccionarios generales y especializados³². De este modo, considero que los 15 términos son repre-

³¹ Por ejemplo, como señala López (1984: 451), “el término energía, aplicado a la física según el concepto moderno, (...), fue introducido por G. Vicuña, en su obra *Teoría y cálculo de las máquinas de vapor y gas con arreglo a la termodinámica*”. Luego lo utilizan Rojas (1876) y Echegaray, pero este último en la tercera edición de *Teorías modernas de la física. Unidad de las fuerzas materiales* (1883), obra que no hemos analizado en este estudio.

³² El hecho de que algunas voces se hayan documentado en fechas anteriores a las de los textos vaciados nos ha hecho descartarlas. Sirvan de ejemplo *energía potencial* y *equivalente mecánico del calor*: la primera se encuentra en la *Revista hispano-americana*, del 12 de

sentativos de la actualidad de los manuales estudiados y de su importancia por lo que respecta a la introducción de la termodinámica en España y de su léxico al idioma español. Véanse los términos del corpus en la Tabla 3:

Tabla 3. Los términos seleccionados en los textos estudiados

| Término | Echegaray (1868) | Vicuña (1872) | Rojas (1876) |
|--|------------------|-------------------|-------------------|
| <i>ciclo de Carnot</i> | | p. 39 | p. 55 |
| <i>Ecuación de Clapeyron</i> | | p. 36 | p. 77 |
| <i>energía actual</i> | | p. 17 | p. 135 |
| <i>energía calorífica</i> | | p. 17 | p. 141 |
| <i>función de Carnot</i> | | | p. 77 |
| <i>Ley de Joule</i> | | p. 35 | |
| <i>Máquina de Reinlein</i> | | p. 79 | |
| <i>Máquina de Stirling</i> | | p. 77 | p. 108 |
| <i>Primer principio de la Termodinámica</i> | p. 28 | | p. 33 |
| <i>principio de Carnot</i> | | | p. 2 |
| <i>principio de igual rendimiento</i> | | p. 28 | |
| <i>Regenerador de calor</i> | | p. 74 | |
| <i>Segundo principio de la Termodinámica</i> | | | p. 76 |
| <i>Termodinámica</i> | p. 3 | p. 5 | p. 1 |
| <i>Transformación del calor</i> | p. 3 | | pp. 1-2 |
| | 15 | 10 (66,6%) | 11 (73,3%) |

En la obra de Echegaray (1868) se observa, por un lado, un porcentaje menor de términos (20%) referidos a principios o fenómenos propios de la Termodinámica, como, por ejemplo, lo demuestran las ausencias de las voces *ciclo de Carnot*,

noviembre de 1866; la segunda en *La España*, 25 de junio de 1858, en un texto de Manuel Casado. Nuestras primeras documentaciones eran de 1872 y 1868, respectivamente.

ecuación de Clapeyron, función de Carnot, Ley de Joule, principio de Carnot, principio de igual rendimiento o Segundo principio de la Termodinámica, y, por el otro, una menor dosis descriptiva por la ausencia de numerosos aparatos o máquinas usadas para analizar fenómenos termodinámicos, como máquina de *Reinlein* o *máquina de Stirling*. Y es sorprendente la ausencia de lo relativo a Sadi Carnot (*ciclo de Carnot, función de Carnot y principio de Carnot*), si bien Echegaray menciona al propio Carnot, a quien se le considera el fundador de la Termodinámica como disciplina teórica, cuya gran aportación fue la idea del ciclo termodinámico y su optimización³³, ciclo explicado por completo en el texto de Vicuña (1872: 2-8). A este respecto, cabe recordar que el origen de la Termodinámica Clásica suele tomarse en 1824³⁴, cuando Carnot publica su única y trascendental obra titulada *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres á développer cette puissance* (París, 1824)³⁵, “donde trata de mejorar el rendimiento de la “potencia motriz del fuego” en las máquinas térmicas” (Furió-Gómez *et al.*, 2007: 463). Del mismo modo, destaca la omisión de lo relativo a la ecuación de Clapeyron, pues Émile Clapeyron pudo deducir en 1834 la ley de las transformaciones de fase de sustancias puras (*Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur* (Journal de l'École Polytechnique, 23e cahier, 1834) gracias a los trabajos de Carnot. Echegaray (1868) mencionó tanto a Carnot como a Clapeyron, pero no describió sus principales aportaciones, dado que su libro no era de carácter histórico descriptivo.

Estos dos tipos de términos, fenómenos y aparatos, están mucho más presentes, en cambio, en los textos analizados de Vicuña (1872) y Rojas (1876), 10 (66,6%) y 11 (73,3%) respectivamente, textos mucho más descriptivos que el de Echegaray (1868), con solo 3 presencias (20%).

En el CORDE se ha podido constatar que solo 2 de los 15 términos considerados se hallan en textos del siglo XIX:

energía calorífica: siete casos en el *Manual de física popular* de G. Vicuña (1881).

Termodinámica: un caso en *La cuestión social* de Concepción Arenal (1895).

³³ Ya en 1816 Stirling había patentado un motor con rendimiento límite igual al de Carnot.

³⁴ El trabajo de Mason (1986) resume las principales aportaciones de la Termodinámica en el período estudiado.

³⁵ *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar esta potencia.*

Por lo tanto, parece claro que al CORDE le faltan algunos textos fundamentales de la ciencia y de la técnica con los que poder dar cuenta de los términos en ellos recogidos, algo que se reproduce en otros ámbitos de la ciencia analizados por otros investigadores. En lo que respecta a la disciplina objeto de estudio, sería necesario tener en consideración los textos estudiados, sobre todo para dar con la primera documentación textual de algunos términos de la Termodinámica.

En la misma línea, si contrastamos nuestros datos con los que ofrece la Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional se demuestra que se trata de primeras documentaciones textuales. Las documentaciones más próximas en el tiempo a las presentadas aquí, en el siglo XIX, son relativas a:

Ciclo de Carnot: se documenta por primera vez en Vicuña (1872) y en la Hemeroteca Digital aparece por vez primera en la *Gaceta de los Caminos de Hierro* (3 de marzo de 1872, p. 133), en donde se presenta una reseña del libro *Teoría y cálculo de las máquinas de vapor y gas con arreglo a la termodinámica* (1872) de Gumersindo de Vicuña. Por lo tanto, es posterior.

Energía calorífica: aparece documentado por primera vez en noviembre de 1873, en la p. 96 del número 35 de la *Revista de España*.

Termodinámica: en este estudio presento la primera documentación en Echegaray (1868) y en la Hemeroteca Digital aparece por primera vez en *Gaceta de los caminos de hierro*, 20/02/1870, en un texto firmado por P.P.S. (*Revista de Obras Públicas*).

Termo-dinámica: escrito de este modo, en la Hemeroteca Digital aparece por primera vez en *La España*, 25/06/1858, en un texto firmado por Manuel Casado. El resto de documentaciones de esta palabra son posteriores a la nuestra.

transformación del calor: p. 22, del 25/06/1881 de *La Gaceta de sanidad militar*.

Como se observa, se ha hallado una única documentación anterior de la voz termodinámica, en este caso escrita *termo-dinámica*, pero la he considerado igualmente por el hecho de que en este estudio se ofrece la voz en cuestión documentada en el título del primer libro de esta disciplina que se publica en español y el único caso anterior documentado aparece en una nota de una publicación periódica.

En la herramienta *Google N-Gram Viewer* no hallamos 9 de las 15 voces (60%): *ecuación de Clapeyron, función de Carnot, máquina de Reinlein, máquina de Stirling, primer principio de la Termodinámica, principio de igual rendimiento, regenerador de calor, segundo principio de la Termodinámica y transformación*

del calor. En cuanto al resto (40%), en todos los casos las documentaciones son posteriores.

El paso siguiente lo representa el análisis de la incorporación de los términos del corpus en los diccionarios españoles, para documentar así su primera entrada en un diccionario de lengua española y para contar con más información para una posible inclusión de los términos en el DHEMCYT. A pesar de que generalmente las voces aparecen en los textos antes que en las obras lexicográficas, es posible que sean los diccionarios los introductores de determinados términos al español. Los resultados de este análisis indican que de los 15 términos seleccionados, en los diccionarios del español solo aparece Termodinámica, concretamente en el *Diccionario enciclopédico de la lengua castellana* de Elías Zerolo (1895) y en el DRAE (1899). La primera documentación académica, DRAE (1899), quizás se deba al hecho de que Echegaray fue académico de la lengua desde 1894, y hasta 1916, ocupando el sillón e minúscula³⁶. Se han buscado las voces, además, en repertorios técnicos, como el de Clairac³⁷, que lematiza una de ellas, *máquina de Stirling*³⁸, además de que menciona dos términos del corpus de análisis bajo otras entradas, *energía actual* (sv *martillo*) y *Termodinámica* (sv *indicador de presión*).³⁹

Para concluir con este apartado, de cara a la posible inclusión de estos términos en el DHEMCYT, habrá que tener en cuenta la existencia de sinónimos en los textos:

³⁶ Y es incluso posible que su presencia en la Real Academia Española provocara, en la edición del DRAE de 1925, la incorporación de una tercera acepción referida a la Física en la voz *energía*: “3. Fís. Causa capaz de transformarse en trabajo mecánico”, que hasta ese momento, hasta el DRAE (1914), *energía* se definía como “Eficacia, vigor, fuerza de voluntad, tesón, actividad.”

³⁷ Pelayo Clairac y Saénz (1877-1891), diccionario estudiado por Garriga Escribano (2012) y por Moreno Villanueva (2012b).

³⁸ Recoge *Fórmula de Clapeyron* (sv *fórmula*), pero nuestro término documentado es *ecuación de Clapeyron*.

³⁹ El hecho de que la obra alcance hasta la letra P impide contar con una documentación muy valiosa sobre las voces *Regenerador de calor*, *Segundo principio de la Termodinámica*, *Termodinámica* y *Transformación del calor*.

Ciclo de Carnot (Vicuña 1872 y Rojas 1876) / *principio de Carnot* (Rojas 1876) / *Principio de igual rendimiento* (Vicuña 1872) / *Segundo principio de la Termodinámica* (Rojas 1876)

Termodinámica (Echegaray 1868, Vicuña 1872 y Rojas 1876) / *Transformación del calor* (Echegaray 1868 y Rojas 1876)

Un ejemplo de que las voces extractadas de los tres libros estudiados representan novedades significativas de cara al DHEMCYT lo encontramos en la voz *Termodinámica*, que, si bien aparece por primera vez en La España, 25/06/1858, en un texto firmado por Manuel Casado, aquí se presenta la segunda documentación, en este caso en el título del primer libro de esta disciplina que se publica en español:

No puede negarse, sin embargo, que más ha sido inspirada la *Termodinámica* por las nuevas teorías que por la antigua hipótesis, con la que son incompatibles sus principios fundamentales. (Echegaray 1868: 3)

La materia que estudia la transformación del calor penetró en España con cierta rapidez, rasgo poco común de la ciencia española en general. El *Oxford English Dictionary* (OED) cita como primeras documentaciones de la palabra *thermodynamics* la obra de Macquorn Rankine y Thomson (Lord Kelvin), ambas de 1854, mientras que el *Trésor de la Langue Française Informatisé* (TLFI) sitúa el origen de la voz (*thermodynamique*) en 1864, justamente en la obra de W. Thomson traducida al francés:

Réponse aux deux notes de M. Dupré sur la thermodynamique, in *Comptes Rendus de l'Ac. des Sc.*, t. 59, p. 705 ds QUEM. DDL à paraître; v. aussi QUEM. DDL t. 12); 2. 1892 adj. (H. POINCARÉ, op. cit., p. 233). Comp. de l'élément. formant thermo-* et de dynamique* subst., d'apr. l'angl. thermodynamics subst., att. dep. 1854 à la suite de l'adj. thermodynamic att. dep. 1849 (NED).

Con todo, fue en 1851 y no en 1854 cuando Lord Kelvin (William Thomson) introdujo la palabra *Termodinámica*⁴⁰ en *On the Dynamical Theory of Heat*. Un año antes, Clausius definió la segunda ley de la Termodinámica⁴¹ y el primer

⁴⁰ Aunque siempre como adjetivo: *thermo-dynamic engine o thermo-dynamic operation*.

⁴¹ En “Über die bewegende Kraft der Wärme, Part I, Part II” (1850) estableció por primera vez las ideas básicas de la *segunda ley de la termodinámica*, publicado en *Annalen der Physik* 79: 368-397, 500-524 (traducido y publicado en inglés con el título “On the Moving

libro de texto de Termodinámica (*A Manual of the Steam Engine and Other Prime Movers*) lo publicó Rankine en 1859. Habría que esperar al libro de Clausius (1864) titulado *Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie*⁴² para encontrar la formulación completa de esta disciplina.

Como se observa, pues, el espacio de tiempo entre estas obras y los textos de Echegaray, Vicuña y Rojas es breve. Presentan una disciplina nueva en los que hacen uso de términos hasta ese momento no documentados en español.

5. Conclusiones

Si bien las 15 voces de la termodinámica documentadas por primera vez en español representan un corpus reducido de términos, no por ello deja de ser útil para exponer la importancia léxica de los textos analizados para describir la penetración y posterior divulgación de esta especialidad en España y en consecuencia en nuestro idioma. Este estudio deberá completarse con varias investigaciones en profundidad que se centren en cada una de las obras por separado. De este modo, se podrá ahondar en el análisis del léxico y, paralelamente, estudiar la relación léxica y conceptual que se establece en la visión de la termodinámica que se comenzó a difundir en España, delineada por los motivos de tipo estratégico impulsados por los tres ingenieros que se ocuparon de legitimar la física teórica en España por medio de la justificación de la Termodinámica como elemento útil para el progreso social y económico del país.

Fuentes

Echegaray y Eizaguirre, José. (1868). *Tratado elemental de termodinámica*. Madrid: Imprenta de los Conocimientos útiles, 56 págs.

Lord Kelvin (William Thomson) (1851). *On the Dynamical Theory of Heat, with numerical results deduced from Mr Joule's equivalent of a Thermal Unit, and M. Regnault's Observations on Steam*. URL: http://zapatopi.net/kelvin/papers/on_the_dynamical_theory_of_heat.html. Fecha de consulta: 19-09-2014.

Force of Heat, and the Laws regarding the Nature of Heat itself which are deducible therefrom". *Philosophical Magazine* (1851), series 4, 2, 1-21, 102-119.

⁴² *Tratados sobre teoría mecánica del Calor* (la traducción es mía).

- Rankine, William John Macquorn (1859). *A Manual of the Steam Engine and Other Prime Movers*. London and Glasgow: Richard Griffin and Company, Publishers to the University of Glasgow.
- Rojas, Francisco de Rojas (1876). *La termodinámica. Su historia, sus aplicaciones y su importancia*. Barcelona: Establecimiento tipográfico de Luis Tasso, 147 págs.
- Saint-Robert, Paul de (1865). *Principes de Thermodynamique*. Turin: Imprimerie de J. Cassone et C. Éditeurs, 210 págs.
- Saint-Robert, Paul de (1870). *Principes de Thermodynamique*. París: Gauthier-Villars, Imprimerie Libraire du Bureau des Longitudes, de l'École Impériale Polytechnique, Successeur de Mallet-Bachelier, 483 págs.
- Saint-Robert, Paul de (1882). *Principios de Termodinámica*. Trad. Julián Sánchez y Campos. Madrid. Imp. Ministerio de Marina. 26 cm. 311-V pág., 1 h. Enc. en media piel.
- Vicuña, Gumersindo (1872). *Teoría y cálculo de las máquinas de vapor y gas con arreglo a la termodinámica*. Madrid: Imprenta de Manuel Tello, 303 págs.

Bibliografía

- Beltrán Cortés, Fernando (1983). Apuntes para una historia del frío en España. Madrid: CSIC. Biblioteca Nacional de España. *Hemeroteca Digital* <<http://hemerotecadigital.bne.es/index.vm>>. Fecha de consulta: 10-07-2014.
- CORDE = Real Academia Española: Banco de datos (CORDE) [en línea]. *Corpus diacrónico del español*. URL: <<http://www.rae.es>>. Fecha de consulta: 10-07-2014.
- DRAE (1899) = Real Academia Española (1899). *Diccionario de la lengua castellana*. 13.^a ed. Madrid: Hernando y Cia.
- DRAE (1914) = Real Academia Española (1914). *Diccionario de la lengua castellana*. 14.^a ed. Madrid: Sucesores de Hernando.
- DRAE (1925) = Real Academia Española (1925). *Diccionario de la lengua castellana*. 15.^a ed. Madrid: Espasa-Calpe.
- Furió-Gómez, Cristina; Solbes, Jordi; Furió-Mas, Carles (2007). “La historia del primer ciclo de la Termodinámica y sus implicaciones didácticas”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 4 (3). 461-475.
- García Aranda, M.^a Ángeles (2008). “El léxico de especialidad en el siglo XIX: el Manual de meteorología popular de Gumersindo Vicuña (Madrid, 1880)”. *Estudios de Lingüística de la Universidad de Alicante* 22. 91-110.

Recepción y divulgación de la nomenclatura de la Termodinámica en el siglo XIX

- Garriga Escribano, Cecilio (2012). “Acerca del *Diccionario general de arquitectura e ingeniería* de Clairac, hito de la lexicografía técnica del español del siglo XIX”. *Revista de Filología Española* 93/2 (en prensa).
- Jou, David (2003). “Cien años de termodinámica en España”. *Revista española de física* 17, 5. 39-44.
- Lafuente, Antonio (1979). “La hipótesis del éter en España”. *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 3. 15-28.
- López Martínez, José Damián (1999). *La enseñanza de la Física y de la Química en la educación secundaria en el primer tercio del siglo XX en España*. Tesis doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.
- López Ruiz, Álvaro (1984). “Energía y orden natural. Algunas connotaciones históricas del trabajo”. En Hormigón Blánquez, Mariano (coord.), *Actas II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias* (Jaca, 27 de septiembre-1 de octubre, 1982), vol. 1. Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, SEHCYT, 449-456.
- Mason, Stephen F. (1986). “La termodinámica, ciencia de los cambios de energía”. En Mason, Stephen F., *Historia de las ciencias. 4. La ciencia del siglo XIX*. Madrid: Alianza Editorial. 129-150.
- Moreno González, Antonio (1988). “De la física como medio a la física como fin. Un episodio entre la Ilustración y la crisis del 98”. En Sánchez Ron, José Manuel (ed.), *Ciencia y sociedad en España. De la Ilustración a la Guerra Civil*. Madrid: Ediciones el Arquero / CSIC. 27-70.
- Moreno Villanueva, José Antonio (2012a). *Formación y desarrollo de la ciencia de la Electricidad en español (siglos XVIII-XIX)*. Tesis doctoral. Tarragona. Universitat Rovira i Virgili.
- Moreno Villanueva, José Antonio (2012b). “El Diccionario general de arquitectura e ingeniería de Pelayo Clairac frente al tecnicismo eléctrico”. Comunicación inédita presentada en el V Congreso Internacional de Lexicografía Hispánica, Getafe, 25-27 de junio de 2012.
- NLLE = Real Academia Española (2001). *Nuevo Tesoro lexicográfico de la lengua española*, DVD-Rom. Madrid: Espasa-Calpe.
- OED = *The Oxford English Dictionary*. Being a corrected re-issue with an introduction, supplement, and bibliography of A new English dictionary on historical principles founded mainly on the materials collected by The Philological Society. James A. H. Murray *et al.* (ed.). Oxford: The Clarendon Press, 1933.
- Pelayo Clairac y Saénz (1877-1891), con una introducción por Eduardo Saavedra. *Diccionario general de arquitectura e ingeniería: que comprende todas las voces y locuciones castellanas, tanto antiguas como modernas, usadas en las diversas artes de la construcción,*

con sus etimologías, citas de autoridades, historia, datos prácticos y equivalencias en francés, inglés e italiano. Madrid: Talleres de impresión y reproducción Zaragozano y Jaime.

- Peset, Mariano; Peset, José Luis (1992). "Las universidades españolas del siglo XIX y las ciencias". En López Piñero, José M.^a (ed.), *La ciencia en la España del siglo XIX* (monográfico de la revista *Ayer*, n.º 7). Madrid: Marcial Pons. 19-49.
- Pohl-Valero, Stefan (2006). "La termodinámica como elemento legitimador de la física teórica y aplicada en la España de la segunda mitad del siglo XIX". *Quaderns d'Història de l'Enginyeria* 7. 73-114.
- Pohl-Valero, Stefan (2007a). "La termodinámica, su historia y sus implicaciones sociales. Una revisión historiográfica". *Grafía* 5. 58-69.
- Pohl-Valero, Stefan (2007b). *La 'circulación' de la energía: Una historia cultural de la termodinámica en la España de la segunda mitad del siglo XIX*. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Pohl-Valero, Stefan (2009). "La comunicación de la termodinámica. Física, cultura y poder en la España de la segunda mitad del siglo XIX". *Memoria y sociedad*, Bogotá, 13 (27). 121-141.
- Pohl-Valero, Stefan (2010a). "La cultura de la física y la Iglesia católica en la esfera pública española de finales del siglo XIX". *Eä. Revista de Humanidades Médicas & Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología* 3. 1-51.
- Pohl-Valero, Stefan (2010b). "Termodinámica, pensamiento social y biopolítica en la España de la Restauración". *Universitas Humanística* 69, enero-junio. 35-60.
- Pohl-Valero, Stefan. (2011a). "La termodinámica: las definiciones de una nueva disciplina científica desde la física matemática". En Silva Suárez, Manuel (ed.), *Técnica e Ingeniería en España. VI. El Ochocientos. De los lenguajes al patrimonio*. Zaragoza: Real Academia de Ingeniería, Institución "Fernando El Católico", Prensas universitarias de Zaragoza, 621-648.
- Pohl-Valero, Stefan (2011b). *Energía y cultura: historia de la termodinámica en la España de la segunda mitad del siglo XIX*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Editorial Universidad del Rosario.
- Sánchez Ron, José Manuel (1992). "Las ciencias físico-matemáticas en la España del siglo XIX". *Ayer* 7. 51-84.
- Sánchez Ron, José Manuel (2004). "José Echegaray: entre la ciencia, el teatro y la política". *Arbor* CLXXIX, 707-708. 601-688.
- Silva Suárez, Manuel (2011). "De vapor y de gas. Perspectivas sobre los motores de combustión". En Silva Suárez, Manuel (ed.), *Técnica e Ingeniería en España. VI. El Ochocientos*.

Recepción y divulgación de la nomenclatura de la Termodinámica en el siglo XIX

De los lenguajes al patrimonio. Zaragoza: Real Academia de Ingeniería, Institución “Fernando El Católico”, Prensas universitarias de Zaragoza, 543-620.

TLFI = *Le Trésor de la Langue Française Informatisé*. URL: <http://atilf.atilf.fr/>