

TOPHAM, Jonathan: «Science and Popular Education in the 1930's: the Role of Bridgewater Treatises», *The British Journal for the History of Science*, 25, 1992, pp. 397-430.

— «Scientific Publishing and the Reading of Science in Nineteenth-Century Britain», *Studies on History and Philosophy of Science*, 31, 4, 2000, pp. 559-612.

— «Rethinking the History of Science Popularization/Popular Science», en *Popularizing Science and Technology in the European Periphery*, Ashgate: Aldershot, 2009, pp. 1-20.

VAN WYHE, John: *Phrenology and the Origins of Victorian Naturalism*, Ashgate: Aldershot, 2004.

— «The Diffusion of Phrenology through Public Lecturing», *Science in the Marketplace*, 2007, pp. 60-96.

VERNE, Jules: *De la Terre à la Lune*, Paris: Pierre-Jules Hetzel, 1865 [versión facsímil en castellano, Barcelona: Gráficas GMS, 1990].

— *Voyage au centre de la Terre*, Paris: Jules Hetzel et Cie., 1867.

— *Vingt mille lieues sous les mers. Illustré de 111 dessins par De Neuville, gravés par Hildibrand*, Paris: Jules Hetzel et Cie., 1877.

WACQUET, Françoise: *Parler comme un livre. L'oralité et le savoir (xvi^e-xx^e siècles)*, Paris: Albin Michel, 2003.

WARWICK, Andrew: *Masters of Theory: Cambridge and the Rise of Mathematical Physics*, Chicago: The University of Chicago Press, 2003.

WEINGART, Peter: *Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit*, Weilerwist: Velbrück, 2001.

WISE, Norton: «Making Visible», *Isis*, 97, 2006, pp. 75-82.

YEO, Richard: *Encyclopaedic Visions. Scientific Dictionaries and Enlightenment Culture*, Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

La escritura como invención: la Física-texto de Adolphe Ganot y el género ciencia

● Josep SIMON [Universitat de València]

RESUMEN: La producción y comunicación de la ciencia son consideradas habitualmente como dos estadios separados y sucesivos. El primero define genuinamente la práctica científica, y el segundo depende del primero y no posee independencia creativa. En este contexto epistemológico, la escritura de libros de texto ha sido tradicionalmente considerada por los historiadores de la ciencia como una práctica menor y ajena al núcleo de la actividad científica. Sin embargo, a través del caso de Adolphe Ganot y su obra, en este artículo mostramos cómo la escritura y la invención científica y tecnológica comparten muchos aspectos y a menudo están conectadas, y reivindicamos que la escritura de la ciencia es parte íntegra de la práctica científica.

PALABRAS CLAVE: Invención; Escritura; Libros de texto; Física; Instrumentos científicos; Imprenta; Ganot; Gramme.

ABSTRACT: The production and communication of science are commonly considered as two separate and successive stages. The former is seen as genuinely scientific practice, while the latter depends on the former and is devoid of creative independence. In this epistemological context, historians of science have traditionally considered textbook writing as a lesser practice existing outside the core of scientific practice. However, through my case-study of Adolphe Ganot and his work, I show that in fact writing and scientific and technological invention share much in common and often are connected, and I defend the view that science writing is an integral part of scientific practice.

KEYWORDS: Invention; Writing; Textbooks; Physics; Scientific Instruments; Printing; Ganot; Gramme.

LOS BIÓGRAFOS DE ZÉNOBE GRAMME (1826-1901) han caracterizado a este obrero belga como el famoso inventor de la primera dinamo eléctrica de uso industrial. Han contrastado también su capacidad inventiva y habilidad manual con su bajo nivel de alfabetización y su rudimentario conocimiento de las Matemáticas.¹ Se

¹ Las principales biografías de Gramme que he utilizado son PAVARD, 1905; JANET, 1933, 205-217; y PILSENTER, 1944 y 1956, 627-633.

dice que la biblioteca de Gramme estuvo compuesta tan sólo por dos libros, una copia del *Traité de physique* de Adolphe Ganot (1804-1887) y un diccionario, y que Gramme leyó el primero con la ayuda imprescindible del segundo. Esta poderosa imagen de lectura nos servirá para discutir el marco historiográfico que ha separado radicalmente la práctica de la ciencia (invención y experimentación) de su comunicación (escritura y comunicación oral y visual). El perfil historiográfico de Gramme, el famoso inventor que por procesos creativos insondables («genio» y «conocimiento tácito») contribuye de manera decisiva a la producción de conocimiento científico, contrasta claramente con el de Ganot: el desconocido profesor y escritor de libros de texto, destinados únicamente a difundir el conocimiento generado por los auténticos productores de significado científico («inventores» y «científicos»). Sin embargo, como veremos, son más los aspectos que unen a Gramme y a Ganot que los que los separan. Por ello, en línea con algunas propuestas recientes en Historia de la Ciencia, pretendemos mostrar los beneficios de reconsiderar la comunicación como parte íntegra de la producción del conocimiento científico y, en particular, reivindicamos el papel de la escritura y la lectura en la configuración de la ciencia.²

1. Gramme: el inventor como héroe

La educación de Gramme fue la típica de un obrero mecánico durante el siglo XIX: a una escolarización breve siguió un aprendizaje práctico (como carpintero) y estudios autodidactas con la ayuda de cursos nocturnos y lectura de libros como el de Ganot. Los cursos seguidos por Gramme en escuelas industriales se caracterizaron por el recurso combinado de exposición oral y demostración visual, y la descripción y manipulación de máquinas e instrumentos. En ese período probablemente desarrolló y perfeccionó el dibujo como método de reflexión y creación conducente al diseño de máquinas.³ Como veremos, estos aspectos fundamentales de la enseñanza de la Física fueron capturados de manera novedosa por Adolphe Ganot y sus impresores e ilustradores en el *Traité*.

En 1860, Gramme se estableció en París y entró a trabajar como obrero modelador en dos importantes talleres de fabricación de máquinas e instrumentos

eléctricos, respectivamente. En ellos hizo soportes de madera y moldes de madera o de metal para fabricar las partes metálicas de los aparatos.⁴ Su experiencia cognitiva manual y visual y su lectura de la obra de Ganot le inspiraron después de algunos años a impulsar su imaginación hacia la construcción de aparatos eléctricos de diseño propio. Aunque no existen pruebas directas del papel exacto que el libro de Ganot tuvo en el trabajo inventor de Gramme, la evidencia disponible para otros casos relevantes sugiere que pudo ser importante.⁵

En 1867, Gramme depositó su primera patente sobre varios dispositivos de perfeccionamiento de las máquinas de corriente alterna. Dos años después registró la patente que fijaba las características innovadoras de la famosa máquina por la que es recordado. Posteriormente Gramme depositó otras patentes destinadas a asegurar su prioridad y explotación exclusiva del principio fundamental que constituía la innovación aportada por su máquina. Su invento fue presentado en la Académie des Sciences, y décadas más tarde fue condecorado con algunos de los premios científicos de mayor reputación en Francia y honrado como héroe nacional por el emperador de Bélgica.⁶

La figura del inventor ha sido a menudo utilizada como arquetipo del individuo que se hace a sí mismo, que vence heroicamente las adversidades gracias a su sacrificio y sus poderes intelectuales. Este perfil heroico, individualista y asocial ha caracterizado también la construcción del mito del científico. No obstante, los historiadores de la ciencia han puesto de manifiesto su artificialidad y su relación con construcciones narrativas interesadas, no exentas de intención política, que sin embargo siguen estando muy arraigadas en nuestra cultura.⁷ El caso de Gramme no es una excepción. En la cúspide de su éxito, por ejemplo, alardeó de la poca relevancia que su analfabetismo matemático había tenido en su actividad inventora y es posible que también contribuyera a subrayar y exagerar algunos pasajes de su vida.⁸ La construcción posterior de su figura heroica hizo el resto. Sin

² Sobre el oficio de modelador véase CORDIAU, 1901-1904.

³ La inexistencia de fuentes para el caso de Gramme dificulta esta tarea. Sin embargo, he podido documentar usos del libro de Ganot por los inventores e ingenieros William Thomson y Sebastian de Ferranti en Inglaterra que sugieren prácticas similares en el caso de Gramme. Véase SIMON, 2009b, 80-114 y 2009a, 283-292.

⁴ PELSNEER, 1944, 12-15 y 24-26.

⁵ ABIR-AM y ELIOT, 2000, 1-14; FARA, 2003; y MAC LEOD, 2007.

⁶ PELSNEER, 1944, 31.

¹ Véanse SECORD, 2004, 654-672 y BAZERMAN, 1998, 3-27.

² Pelsneer habla de un cuaderno de notas y atlas de dibujos hechos por Gramme a lo largo de su trabajo, que estaba, en manos privadas en 1944. Desafortunadamente, no he podido descubrir si el cuaderno existe todavía y dónde se conserva. PELSNEER, 1944, 10.

duda, sus orígenes humildes —típicos de muchos inventores en el siglo XIX—, sus habilidades en el diseño mecánico y su bajo nivel de alfabetización son ciertos.⁹ Sin embargo, como otros inventores, Gramme tuvo que utilizar la palabra escrita para dotar de significado a sus inventos y obtener el éxito y la fama, en particular, en la actividad —no menos importante e inventiva que la invención tecnológica— de registro de patentes.

En el proceso de creación de significado para sus inventos, Gramme se tuvo que asociar con empresarios y colegas en el contexto de fabricación de máquinas e instrumentos científicos. Este hecho subraya el carácter social de la invención y la artificialidad de la imagen romántica y capitalista del científico y el inventor como individuos aislados.¹⁰ Para depositar y explotar patentes Gramme requirió captar capitales que como obrero no poseía. Pero también se benefició de la experiencia y habilidad de sus socios en la escritura de patentes.¹¹ El depósito de una patente —compuesta por texto y dibujos— no consistía simplemente en describir fielmente un invento y explicar su valor novedoso, como estipulan las instrucciones oficiales de las oficinas nacionales de patentes. Las patentes eran (y son) verdaderos ejercicios de retórica que pretendían establecer y mantener límites de propiedad intelectual y económica, tanto sobre máquinas e instrumentos ya inventados como sobre desarrollos potenciales que no existían todavía en el momento del depósito.¹² Así pues, Gramme asoció sus ideas, conocimientos y dibujos a la experiencia empresarial y capacidad inventiva de sus socios en la escritura y la retórica. Su éxito como inventor está, pues, ligado a las interacciones sociales que tejió en el curso de su trabajo y pone de manifiesto la conexión entre práctica y escritura. Frente a Gramme, el inventor, tenemos a Ganot, el autor, que con sus libros de texto inventó una nueva manera de representar y comunicar la Física.

⁹ De hecho, estudios detallados sobre el proceso de invención utilizado por Thomas Edison y Graham Bell han puesto de manifiesto la importancia mayor que el dibujo y las imágenes tuvieron como herramientas de trabajo del inventor, en comparación con la palabra escrita. CARLSON Y GORMAN, 1990, 387-430; Y GORMAN Y CARLSON, 1990, 131-164.

¹⁰ LEFEVRE, 1987.

¹¹ PEISENER, 1944, 12-15.

¹² Por otro lado, en muchos casos, la patente es el único documento que da testimonio de un invento, pues no han sido preservadas las máquinas originales producidas por el inventor. BAZERMAN, 1999, 85-110.

2. Ganot: ¿sombra de la ciencia?

Paradójicamente, en contraste, la figura de Adolphe Ganot es poco conocida. Ganot no llevó a cabo investigaciones científicas, no presentó su trabajo en círculos académicos, no publicó artículos en revistas científicas y tampoco produjo exitosos inventos. Ganot fue principalmente un profesor que preparó a un buen número de alumnos para el *baccalauréat ès-sciences* y un autor de libros de texto.¹³ La principal huella histórica dejada por Ganot son precisamente éstos y las reseñas que de ellos aparecieron en la prensa periódica durante la segunda mitad del siglo XIX. Aunque Ganot no fue seleccionado por la mayoría de sus contemporáneos para ingresar en el panteón de la ciencia, sus libros de texto tuvieron un enorme éxito comercial y cultural que proyectó su obra a nivel mundial y que contribuyó a definir la producción de libros de texto de Física y la enseñanza de esta disciplina a nivel internacional.

El *Traité* de Ganot tuvo 18 ediciones y vendió 204.000 copias entre 1851 y 1884. Fue traducido a 13 lenguas y en pocos años se convirtió en uno de los principales textos estándar utilizados en la enseñanza de la Física en todos los continentes.¹⁴ Como veremos, la importancia del trabajo de Ganot y de sus socios en esta empresa editorial fue señalada por importantes testigos contemporáneos como François-Napoléon Moigno y Léon Foucault, que, sin embargo, como Ganot, desarrollaron carreras periféricas a la élite científica. Es esta élite y sus contextos de trabajo los que habitualmente han articulado las narrativas construidas por los historiadores de la Física. En esta historia, el libro de texto y su impacto cultural son considerados aspectos menores o dejados de lado. La medida de la relevancia de los actores históricos escogidos se centra habitualmente en su éxito en ingresar y mantenerse en la élite científica y en el análisis de sus trabajos de investigación, publicados en los medios de comunicación utilizados por dicha

¹³ El *baccalauréat ès-sciences* fue el principal examen instituido que rigió en Francia el acceso a las carreras universitarias científicas y, al mismo tiempo, fue un diploma acreditativo de la enseñanza secundaria. Ganot dirigió a partir de 1850 una escuela privada destinada exclusivamente a la preparación para este examen. Véase SIMON, 2008, 141-168.

¹⁴ El *Traité* fue traducido al italiano (1852), castellano (Madrid, 1856; y Madrid, 1860), holandés (1856), alemán (1858), sueco (1857-60), inglés (1861-3), polaco (1865), búlgaro (1869), turco (1876), serbio (1876-7) y ruso (1898). Las fechas entre paréntesis indican las primeras ediciones. En la mayoría de casos hubo más de una. Las ediciones españolas e inglesas fueron casi tan numerosas como las francesas y contribuyeron a su uso en las repúblicas sudamericanas, en la India, en los Estados Unidos, en Japón y en Australia.

élite para constituirse como tal. Aunque en las últimas décadas la Historia de la Física se ha renovado con contribuciones que han expandido el énfasis tradicional en problemas conceptuales y teóricos a los contextos de práctica experimental e industrial, el libro de texto y la enseñanza han seguido siendo considerados elementos menores.¹⁵

Sin embargo, la idea tradicional de que los libros de texto y la enseñanza son poco creativos y tienen un impacto menor en la actividad científica ha sido también fuertemente cuestionada.¹⁶ Con este artículo pretendo contribuir a este campo de estudio, y además, propiciar la interacción de la Historia de la Educación científica con la Historia del Libro y los estudios sobre la escritura. La apropiación en el contexto británico de la Historia del Libro y la Lectura desarrollada en Francia ha producido en la última década un momento álgido en el estudio del libro científico y de la ciencia en la prensa periódica.¹⁷ Sin embargo, la enseñanza formal y el libro de texto han recibido una atención muy limitada pues, en este contexto, su estatus está todavía marcado por sesgos académicos y culturales proyectados sobre la práctica historiográfica.¹⁸ Con este artículo reivindico el interés del libro de texto para la Historia contemporánea del libro y viceversa, la renovadora aportación de la Historia del Libro al estudio de los libros de texto.

La desigual presencia de Ganot y Gramme en la historiografía de la ciencia está íntimamente ligada a las categorías y enfoques utilizados tradicionalmente para caracterizar la práctica científica en el siglo XIX. En este período quizá existió una tensión clara entre aquellos que tenían y ejercían un conocimiento

práctico de la naturaleza y la ciencia y aquellos con un conocimiento amplio, pero libresco, en el contexto de la formación de las disciplinas científicas.¹⁹ La distinción entre práctica y escritura tiene, pues, una justificación histórica. Sin embargo, prácticas como la educación tuvieron un papel fundamental en la formación disciplinar que, en general, ha sido menospreciado.²⁰ El trabajo de Françoise Waquet sobre el estatus de la oralidad en ciencia refuerza el argumento de que en el siglo XIX la identidad del científico se definió no sólo por sus habilidades como manipulador de la naturaleza en el laboratorio o en el campo, sino también por su capacidad de comunicación en el aula. En este artículo mostramos que la escritura de libros de texto fue una actividad fundamental que contribuyó al prestigio del cultivador de la Física en la Francia decimonónica y a la definición de ésta como disciplina. Así pues, argumentamos que la escritura no se opone a la práctica científica, sino que, al contrario forma parte íntegra de ella. Esta perspectiva se apoya en trabajos previos, tales como los estudios de la escritura del artículo científico realizados por Frederick L. Holmes y Charles Bazerman y la concepción de Rudolf Stichweh de la emergencia de la revista científica como parte íntegra del sistema disciplinar de la ciencia.²¹

En este contexto, la escena de lectura recreada al principio de este artículo nos lleva a hacernos preguntas como: ¿qué interés encontraría alguien con la capacidad creativa de Gramme en un libro de texto como el de Ganot, si éste fuera —como asume la historiografía tradicional— una mera reproducción o vulgar imitación de la ciencia auténtica practicada en el laboratorio? ¿Y cómo se explica que la lectura de este libro tuviera un impacto en el proceso de invención que llevó a Gramme a producir innovaciones tecnológicas y fomentar su reputación científica?

De hecho, Gramme y Ganot tienen muchas cosas en común: vivieron y trabajaron en el mismo contexto social y cultural y compartieron un vivo interés por el diseño de aparatos científicos. Adolphe Ganot mantuvo estrechas relaciones con los fabricantes parisinos de instrumentos y máquinas, que reflejó en la composición

¹⁵ Estas características están presentes en las principales historias estándar de la Física. Aunque comparte la mayoría de estas características, la síntesis reciente producida por Iwan Morus da un papel relevante a figuras habitualmente consideradas menores, como los demostradores públicos de experimentos. Crosbie Smith e Iwan Morus son parte del giro historiográfico hacia el estudio de las prácticas experimentales e industriales de la Física y la Ingeniería. Véanse MORUS, 2005; HARMAN, 1982; PURRINGTON, 1997; y SMITH, 1998.

¹⁶ Véanse LUNDGREN y BENSARD- VINCENT, 2000; BENSARD- VINCENT *et al.*, 2003; GARCÍA-BELMAR *et al.*, 2005, 219-251; BERTOMEU SÁNCHEZ *et al.*, 2006, 657-880; y OLESKO, 2006, 863-880.

¹⁷ SECORD, 2000; TOPHAM, 2000, 559-612; CANTOR y SHUFFLEWORTH, 2004; CANTOR *et al.*, 2004; HINSON *et al.*, 2004; y EYEL, 2004. Véase también el análisis que hace Nieto-Galan del trabajo de Secord en este monográfico.

¹⁸ Un buen ejemplo de esto es un sorprendente artículo reciente SECORD, 2007, 272-276. Para más detalles véase SIMON, 2009a, 14-15.

¹⁹ Un ejemplo ilustrativo es la polémica entre el naturalista y profesor Thomas Henry Huxley y el prestigioso editor de revistas George Henry Lewes. Cf. BARTON, 2001, 73-74.

²⁰ Barton, por ejemplo, no tiene suficientemente en cuenta el papel fundamental de la enseñanza en la carrera científica de Huxley. Así y todo, existe un renovado interés en el estudio histórico de la pedagogía científica. Véanse KAISER, 2005; FORGAN y GOODAY, 1996, 435-468; JARRELL, 1998; y BRYANT, 1986, 152, 167 y 179-180.

²¹ BAZERMAN, 1998; STICHWEH, 1984; y HOLMES, 1978, 220-235.

de su Física-texto.²² El *Traité* de Ganot fue diseñado originalmente como soporte y extensión de sus cursos. Pero, al mismo tiempo, se trata de un libro que ofrece copiosas y detalladas descripciones de aparatos y de su funcionamiento. Por ello fue utilizado por Gramme y otros lectores para ponerse al corriente de los últimos avances en el diseño de instrumentos.

La combinación de acción educativa y escritora que constituyó la práctica profesional de Ganot da cuenta de los conocimientos que adquirió en el campo del diseño y uso de instrumentos científicos, y muestran la íntima conexión entre hacer ciencia y comunicarla a través de la enseñanza y de la escritura. Existe, además, una evidencia suplementaria que subraya la transversalidad del trabajo de un profesor y autor de libros de texto como Ganot: en diversos momentos de su carrera depositó algunas patentes que, aunque no tuvieron el éxito de las de un inventor como Gramme, son una muestra más de su experiencia práctica.²³

Así pues, ponemos de manifiesto la irregularidad de privar de calidad inventiva a prácticas como la enseñanza y la escritura, que son tan integrales a la ciencia como la conducción y análisis de experimentos, el diseño de instrumentos y máquinas y la formulación de teorías. El trabajo de autoras como Karen B. LeFevre y Clare Pettit contribuye a reforzar la idea de la conexión entre invención científica y tecnológica y escritura como invención.²⁴ En las siguientes páginas analizamos el papel de la escritura en la Física francesa del siglo XIX

²² A lo largo de este artículo utilizo las expresiones «Física-texto» y «Ciencia-texto», inspiradas en el trabajo de Ludwik Fleck, que he consultado en traducción inglesa. A partir del uso que el autor hace de términos como «Textbook Science», propongo los dos términos citados al principio de esta nota con la intención doble de caracterizar la Física practicada por Ganot como fundamentalmente basada en palabra y texto, y al mismo tiempo reivindicar su carácter genuinamente científico y, por ello, la necesidad de considerar la escritura como práctica íntegra a la actividad científica. FLECK, 1979, 112. Véase también FLECK, 1986.

²³ Aunque, de hecho, el depósito de una patente no significa que el instrumento o máquina descrito haya sido realmente construido o que funcione. Véase, por ejemplo, BULLETIN DES LOIS, 1864, 234.

²⁴ LeFevre ha mostrado que los estudios sobre la creación literaria y sobre la creación científica han tenido que afrontar problemas similares, en particular, la deconstrucción de los estereotipos culturales de la creación o invención como procesos insondables, individualistas y asociales. Pettit ha aportado un elemento más en esta línea, al mostrar la simultaneidad y ósmosis de los debates y medidas de protección de la producción literaria (derechos de autor y de editor) y la producción científico-tecnológica (derechos de inventor e inversor en patentes) en el siglo XIX. Cfr. LEFEVRE, 1987; y PETTIT, 2004.

e introducimos los motivos de Ganot para escribir libros de texto. Seguidamente, presentamos las características de la escritura de Ganot y su Física-texto a través de las perspectivas de sus lectores. Finalmente, explicamos algunos aspectos importantes del proceso de composición de los libros de texto firmados por Ganot. De esta manera, nuestra intención es mostrar que el estudio del proceso de creación de la Física de Ganot ofrece implicaciones relevantes para deshacer las barreras artificiales que han alejado la escritura de nuestra concepción historiográfica de la práctica científica.²⁵

3. Ganot y la función de la ciencia-texto en Francia

La emergencia del libro de texto científico como género editorial en Francia tuvo como motor principal el establecimiento de una estructura nacional de Enseñanza Secundaria durante el siglo XIX. Cinco herramientas fundamentales fueron utilizadas para articular y controlar esta estructura: el establecimiento o remozado de una estructura nacional de facultades de Ciencias, Medicina y Farmacia y escuelas de Enseñanza Secundaria; programas educativos oficiales; producción y control de libros de texto; exámenes oficiales (*baccalauréat ès-lettres* y *baccalauréat ès-sciences*), que conferían prestigio social y conectaban la Enseñanza Secundaria con la Enseñanza Superior; y una institución (*École Normale*) destinada a formar profesores para la Enseñanza Secundaria.

La producción de libros de texto fue fundacional del sistema educativo, pues se planeó al mismo tiempo y en conjunción con el establecimiento de programas oficiales. Los primeros libros fueron encargados directamente a profesores estrechamente relacionados con el Conseil Supérieur de l'Instruction Publique, máxima autoridad en materia de educación. Este origen fijó el poder del libro de texto sobre la práctica docente en Francia. El Conseil instituyó una comisión de libros de texto que se encargaba de dar la aprobación estrictamente necesaria para que un libro pudiera ser utilizado en las escuelas estatales. Esta aprobación fue, pues, fundamental para promover contenidos, métodos pedagógicos e ideología promulgada por las élites conectadas con el poder político, y para asegurar cierto éxito comercial a la producción editorial del libro de texto.

²⁵ Esto se pone de manifiesto incluso de manera más evidente en el estudio de la relación entre escritura y prácticas botánicas presentado por Pardo-Tomás en este monográfico.

Al mismo tiempo, la escritura de libros de texto se convirtió en una actividad de servicio al estado, que confirió prestigio y posibilidades de ascenso profesional y social a sus autores. En el caso de las ciencias, además, la expansión de la enseñanza contribuyó a la formación de colectivos de profesores, que ejercieron presión política para incrementar el peso de las disciplinas científicas en el currículum escolar. Como consecuencia, a partir de 1851 se implementó la reforma educativa bautizada como la *bifurcation*, que establecía dos ramas (literaria y científica) con igual peso en la Enseñanza Secundaria, propulsaba el estatus del *baccalauréat-ès-sciences* y contribuía a multiplicar el público de las ciencias experimentales (Física, Química y Ciencias Naturales).²⁶

Esta expansión del público de las ciencias fue también acompañada por la liberalización del mercado educativo, que permitió a profesores privados como Adolphe Ganot aumentar su clientela escolar y editorial. Aunque la aprobación oficial del libro de texto y el control estatal de la educación fueran importantes, nunca fueron eficientes ni totales, y permitieron la coexistencia de iniciativas privadas en interacción con las estatales. En este contexto, la empresa editorial tuvo un papel fundamental. Así, las iniciativas conjuntas de profesores, autores, editores, impresores, libreros y sus clientelas dieron como resultado un mercado editorial nacional importante. La producción del libro de texto se diversificó rápidamente y aumentó en volumen. El incremento de las tiradas, la alta competición entre libreros y autores y las dinámicas económicas de la empresa editorial contribuyeron a la expansión del negocio editorial francés más allá de sus fronteras nacionales. Los principales autores y editores franceses de libros de texto de Física exportaron su producción a otros países y, en muchos casos, negociaron un gran número de traducciones de sus obras.²⁷

El trabajo de Ganot permite ofrecer una visión panorámica de este contexto pedagógico, editorial, social y político. Adolphe Ganot inició su carrera en 1830

²⁶ Existen numerosas síntesis sobre el desarrollo de la educación científica en Francia que tratan de manera desigual los debates educativos y el papel del libro de texto y de los exámenes. Son particularmente útiles las monografías de Robert D. Anderson y Alain Choppin y la recopilación comentada de legislación coordinada por Bruno Belhoste. Una síntesis centrada en los problemas tratados de manera abreviada en este apartado se puede encontrar en mi Tesis Doctoral. Véanse ANDERSON, 1975; CHOPPIN, 1992; BELHOSTE *et al.*, 1995; SIMON, 2008, 145-147; y SIMON, 2009a, 26-49.

²⁷ Véase SIMON, 2010, 243-262.

como profesor de Matemáticas en colegios estatales en Poitiers y Bourbon-Vendée, en el Este de Francia. Como otros profesores de ciencias, utilizó su primer destino profesional para avanzar en sus estudios con la intención de obtener ascensos en forma de traslados a escuelas de categoría superior. Ganot ingresó en el profesorado estatal poseyendo como único título el *baccalauréat-ès-sciences*, que bastaba para poder enseñar en escuelas provinciales de segunda línea, pero era insuficiente para escuelas de mayor categoría que requerían una licenciatura y, para seguir progresando, un doctorado. En este período, Ganot se preparó para la licenciatura en matemáticas, otorgada por examen en la Facultad de Ciencias de París. Como otros profesores, vio obstruidas sus ambiciones por las pobres condiciones de las instalaciones de la escuela donde ejercía, y por ello solicitó el traslado a una escuela mejor equipada. Al no ver atendida su solicitud, en 1835 abandonó su puesto y se estableció en París. Allí, Ganot acabó abandonando sus ambiciones de ascenso en el sistema educativo estatal por una carrera en la enseñanza privada.²⁸

Durante el siglo XIX, la adjudicación de plazas del profesorado de ciencias fue altamente competitiva y estuvo monopolizada por los *normaliens*, graduados de la elitista École Normale. Para el resto de profesores fue muy difícil competir por plazas en las escuelas secundarias más importantes, situadas en las capitales de los departamentos franceses. Los *normaliens* obtenían directamente la licenciatura al graduarse y muchos de ellos publicaron un libro de texto en el curso de su primer destino profesional como manera de fijar su método pedagógico, pero también como mérito para obtener promociones a centros de mayor categoría y prestigio. Como muestra el caso de Ganot, una de las pocas alternativas a este patrón fue el desarrollo de la educación privada, especialmente en París, donde se encontraba el epicentro del mercado educativo y editorial francés.

Entre 1835 y 1850, Ganot se curtió como profesor en la educación privada parisiense, que tuvo un desarrollo particularmente importante a raíz del decreto que estableció el *baccalauréat-ès-sciences* como examen obligatorio de acceso a los estudios de Medicina. Durante la mayor parte del siglo, los estudiantes de Medicina —un ámbito profesional perfectamente establecido, al contrario que las Ciencias— fueron el público mayoritario de las ciencias en la educación formal. En este período Ganot hizo su primera aportación editorial, contribuyendo en Matemáticas y

²⁸ Archives Nationales de France (ANF), F17 20793, Dossier Ganot.

Química a un manual colectivo dirigido a los candidatos al *baccalauréat ès-sciences*.²⁹ Tras 15 años de trabajo y aprendizaje Ganot incrementó su protagonismo en el mercado educativo con la apertura de una escuela privada y, en conjunción, con la publicación de su *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée*. Con la escritura de su libro se centró en la enseñanza y comunicación de la Física como objetivo principal, después de haber recibido y profesado la formación general en Ciencias propugnada por el *baccalauréat ès-sciences*.

Hacia la mitad del siglo XIX, la Física y la Química empezaron a tomar un mayor protagonismo en la enseñanza tomando el relevo a las Matemáticas, que durante la primera mitad del siglo habían formado con el latín el núcleo de la enseñanza secundaria. Esta transferencia de interés en el contexto educativo tuvo un papel importante en la configuración de la Física como disciplina. Como otros profesores de Ciencias Físicas, Ganot tuvo como modelo a los profesores que ocupaban las cátedras más prestigiosas de París, la mayoría de ellos *normaliens* y autores de libros de texto recomendados.

En París, Claude Pouillet (1790-1868) y Eugène Péclelet (1793-1857) eran los principales representantes en Francia de la Física-texto y de su estrecha interacción con el diseño de instrumentos científicos y máquinas. Pouillet ostentó cátedras de Física en la Facultad de Ciencias y en el Conservatoire des Arts et Métiers, del cual fue director. Su *Éléments de physique expérimentale et de météorologie*, publicado en 1827, fue uno de los libros de Física más reeditados y utilizados durante la primera mitad del siglo. Su principal competidor en este período fue el *Traité élémentaire de physique*, escrito por Péclelet en 1823 durante su experiencia como profesor de Ciencias en la Enseñanza Secundaria y reeditado repetidamente *a posteriori*. Péclelet contribuyó a fundar la École Centrale des Arts et Manufactures, destinada a formar cuadros superiores de ingenieros para la industria francesa, y fue su catedrático de Física Industrial.³⁰

Con su *Traité*, Adolphe Ganot tomó el relevo de estos autores y, en asociación con sus impresores e ilustradores, inventó un nuevo estilo de Física-texto, que

²⁹ D'ORBIGNY *et al.*, 1838.

³⁰ Esta es, sin embargo, una presentación ilustrativa y simplificada del caso, pues existieron otros autores de libros de texto de Física influyentes en este período, tales como César Despretz (1780-1863), Auguste Pinaud (1812-1847) y Nicolas Deguin (1809-1860). Véase SIMON, 2009a, 30-36.

servió de modelo para futuras generaciones de autores, con los que su libro compitió a partir de la década de 1860.³¹ Para Ganot, la escritura de libros de texto fue una manera de obtener prestigio como cultivador de la Física, profesor y autor, de expandir sus públicos más allá de los muros de su escuela privada (a nivel nacional e internacional), de divulgar y promover una disciplina que consideró insuficientemente representada en la sociedad y, también, de obtener rentabilidad económica para sobrevivir y labrarse una jubilación estable.

4. La Física-texto de Ganot a través de sus lectores

Examinar las percepciones de los lectores es una herramienta útil para el historiador que pretende entender el estatus e impacto cultural de un libro. Pero también es un elemento indispensable para reconstruir su significado, y el del conocimiento que encapsula, como construcción activa de diversos agentes que no sólo incluyen al autor, sino también a los lectores, además del editor, el impresor o el librero. Cada agente tiene diferentes intenciones y expectativas y sólo la combinación de éstas puede ofrecernos una perspectiva completa del significado del libro. Aunque los testimonios de lectores son difíciles de encontrar y a menudo no se preservan, existe suficiente evidencia para presentar la Física-texto de Ganot a través de una muestra representativa.³² Éste es el objetivo de este apartado, que además utiliza estos testimonios para analizar la escritura y composición del *Traité*.

En 1853, aspirando al reconocimiento de la élite científica francesa, Ganot sometió una copia de la segunda edición de su *Traité* a la consideración de la Académie des Sciences. La publicación impresa de las reuniones de la Académie no refleja reacciones —si las hubo— de sus académicos en relación al libro de Ganot.³³ Sin embargo, Léon Foucault, periodista, investigador en la intersección de la Física, la Medicina y el diseño instrumental, y futuro miembro de la Académie, dio

³¹ Los principales autores que emularon, sucedieron y compitieron con Ganot fueron los *normaliens* Charles Drion (1827-1862) y Émile Fernet (1820-1905), Augustin Boutan (1820-1900) y Joseph Charles d'Almeida (1822-1880), Augustin Privat Deschanel (1821-1883) y Pierre Adolphe Daguin (1814-1884).

³² En el caso de Ganot, es sin embargo, notable la falta de testimonios directos de estudiantes que utilizaron sus libros en clase, ya que hasta el momento me ha sido imposible localizar cuadernos de estudiantes con este perfil lector.

³³ ACADEMIE DES SCIENCES, 1853, 837.

buena cuenta del libro presentado en la sección científica que escribía para un periódico generalista mayor.³⁴

Foucault caracterizó el libro de Ganot como un excelente ejemplo de cómo hacer la Física fácil y claramente inteligible al lector. Estas cualidades eran debidas, según Foucault, a la habilidad escritora de su autor y al uso de numerosas ilustraciones que mostraban aparatos en acción. En su reseña también defendió a Ganot de críticas potenciales y respondió a críticas surgidas a raíz de la presentación del libro en la Académie. Según Foucault, el énfasis en el diseño de aparatos y la experimentación —que consideraba vital en Física— había sido a menudo denigrado como *physique amusante*³⁵ por aquellos que, en su opinión, no eran sino falsos y pretenciosos intelectuales. De hecho, Foucault consideraba que la Física y sus aplicaciones no estaban suficientemente representadas en sociedades eruditas como la Académie.³⁶ Por contra, la claridad y falta de presuntuosidad de la Física de Ganot y su uso de la ilustración convertían el *Traité* —según Foucault— en una contribución modélica al avance de la ciencia. En su reseña, Foucault alineó su agenda de comunicador³⁷ científico en prensa con la agenda profesional de Ganot como profesor privado y empresario de la Física-texto, al compartir sus ideas sobre la Física y su práctica y su preocupación por comunicar y reforzar la posición de esta disciplina en la sociedad francesa. De hecho, las aportaciones de Foucault como investigador fueron incluidas por Ganot de manera prominente en su libro, junto también a las de miembros de la élite científica

³⁴ FOUCAULT, 1853, 1-2. El *Journal des débats politiques et littéraires* fue un periódico influyente, con una circulación de alrededor de 9.000 copias (considerable y por encima de la media, pero menor que la de periódicos como *Le Siècle* y *La Presse*). Su influencia estuvo asociada al prestigio de sus escritores y a sus conexiones políticas. Cfr. TOBIN, 2003, 79-82.

³⁵ Término usado desde el siglo XVIII para describir demostraciones públicas basadas en una sucesión de experimentos de física centradas más en el entretenimiento y la sorpresa que no en la investigación o el aprendizaje. LE BOUEF, 1990.

³⁶ TOBIN, 2003, 84 y 90.

³⁷ Utilizo la palabra «comunicador» en vez de «divulgador» por las connotaciones negativas que puede tener el segundo término. Según el *Nuevo tesoro lexicográfico de la lengua española*, el significado en castellano de «divulgar» durante el siglo XVIII era más cercano a «comunicar por diferentes medios (escrito, impreso, oral, etc.)», pero posteriormente se fue acercando al significado actual, que en ocasiones supone negativamente una simplificación del discurso y un público pasivo. El problema se complica más todavía con las historias paralelas del término y sus usos en otras lenguas. Véase BENSUAUD-VINCENT y RASMUSSEN, 1997, 13-30; y TOPHAM, 2009, 559-612. Véase también en este monográfico NIETO-GALAN, en relación a la historiografía de la divulgación, y PARDÓ-TOMÁS en relación a la conexión entre «nombrar», «publicar» y «hacer público».

francesa. El interés de Foucault por la Física-texto de Ganot fue compartido por otro influyente comunicador de la ciencia en la Francia de mitad de siglo XIX.

En 1853, François-Napoléon Moigno realizó una reseña entusiasta del *Traité* de Ganot en su revista *Cosmos*. Creada el año anterior, la revista de Moigno estableció un modelo influyente en la comunicación de información científica y medió en las relaciones científicas entre Francia y otros países.³⁸ En su reseña, Moigno alabó el trabajo de Ganot, subrayando su capacidad como escritor y comunicador:

Este pequeño libro es uno de aquellos que sólo puede ser escrito por un hombre nacido para enseñar. Las nociones elementales son explicadas de manera clara y concisa: la inteligencia pasa de una a otra sin ninguna fatiga; todo está en su lugar; todo se encadena, todo se sostiene. Uno podría decir de tal trabajo que es un silogismo en acción.³⁹

Así, para Moigno, el resultado de la conjunción de la experiencia educativa de Ganot con sus habilidades escritoras era una exposición de la Física que tenía la virtud de comunicar hechos, teorías y conceptos de una manera extremadamente eficiente, al mismo tiempo que precisa. Leer la Física-texto de Ganot podía, pues, llevar a un aprendizaje prácticamente automático —la cualidad del «silogismo»—. El *Traité* podía ser un «pequeño libro» por sus dimensiones,⁴⁰ su longitud⁴¹ y el estatus de su autor. Pero además, para Moigno constituía una potente herramienta para comunicar la Física. La lucidez de la Física-texto de Ganot se completaba con una sabia elección de hechos, ejemplos y enunciados y por la calidad y poder comunicativo de sus ilustraciones, combinando precisión, realismo y actualidad con atractivo.

³⁸ COLIN, 1990, 92; y REDONDI, 1988, 203-225.

³⁹ MOIGNO, 1853, 514.

⁴⁰ La dimensión de la mayoría de los tratados de Física publicados en la primera mitad del siglo XIX era octavo (ca. 15×23 cm). El *Traité* de Ganot se publicó en octodécimo, un formato más pequeño (ca. 10×16,5 cm).

⁴¹ El *Traité* tenía aproximadamente entre la mitad y un tercio de las páginas de los tratados de Física principales publicados durante la primera mitad del siglo XIX, que en general se publicaban en dos o tres tomos (incluyendo, en caso de tener tres tomos, un tomo separado para láminas con ilustraciones). El libro de Ganot aumentó progresivamente su longitud en sucesivas ediciones, haciendo en 1880 un total de alrededor de 900 o 1.000 páginas, pero siendo siempre más corto que tratados anteriores.

Según Moigno, por ser la Física una «ciencia de hechos», el uso de experimentos o dibujos explicativos era fundamental para su enseñanza. Para Moigno, las ilustraciones contenidas en el libro de Ganot marcaban un punto de inflexión en la Física-texto francesa. Las ilustraciones utilizadas en los libros de Física hasta ese momento eran, según él, representaciones simples y poco precisas y fidedignas. Además, tomaban como objeto referencial colecciones antiguas de finales del siglo XVIII. La gran mayoría de autores se había limitado a copiar las ilustraciones contenidas en libros antiguos, como los del *abbé* Nollet, Mathurin-Jacques Brisson o Sigaud de la Fond, creando un pernicioso desajuste entre las ilustraciones de la Física-texto y los diseños instrumentales utilizados a mitad del siglo XIX.⁴²

Aunque la descripción de Moigno se ajusta a la situación general, de hecho, autores como Pouillet sí que hicieron esfuerzos importantes por actualizar las ilustraciones de sus libros de texto. Pouillet y su impresor introdujeron poco antes que Ganot las nuevas técnicas de ilustración e impresión en la producción de una versión abreviada de su tratado de Física. Pero el segundo libro de Pouillet sólo tuvo una edición, debido a la jubilación política y científica de este autor hacia mitad de siglo. Su desafección al nuevo régimen de Luis Napoleón Bonaparte limitó un mayor desarrollo e impacto de su libro.⁴³ Ganot introdujo junto a sus ilustradores una nueva manera de producir la Física-texto que incluía un importante énfasis en la imagen y en la rápida actualización de contenidos en conjunción con las novedades en la investigación en Física y en el diseño de instrumentos científicos que guiaban su práctica.

Moigno mostró repetidamente la credibilidad de la Física-texto de Ganot y su renovada actualidad al reproducir páginas enteras del *Traité* en las diversas revistas que editó, con el fin de dar cuenta de los avances en la Física y el diseño instrumental.⁴⁴ La empatía de Moigno por el trabajo de Ganot tuvo ciertamente relación con la posición periférica que ambos ocuparon respecto a la élite científica. A pesar de su prestigio científico y periodístico, como resultado de

⁴² Moigno, 1853.

⁴³ El libro de Pouillet apareció en 1850, algunos meses antes que el de Ganot. En él se introdujo el nuevo tipo de ilustración, basado en nuevas técnicas de grabado sobre madera y la inserción de ilustraciones en el texto (que era una novedad en Francia, pero no en otros países). Las ilustraciones del libro de Pouillet, sin embargo, no alcanzaban la calidad de las del *Traité* de Ganot. Véanse SIMÓN, 2009a, 44-46 y 125; y POUILLET, 1850.

⁴⁴ MOIGNO, 1862, 686-694; 1863, 484-486; 1867a, 359-380; y 1867b, 227.

ser expulsado de la Compañía de Jesús, Moigno no pudo enseñar en la red de escuelas jesuitas.⁴⁵ Por su pasado jesuita tampoco pudo ejercer como profesor en instituciones estatales. La prensa científica y la educación informal fueron las únicas plataformas que tuvo para comunicarse con el público. En su primera reseña del *Traité*, Moigno subrayó la dificultad de escribir un libro de texto y las habilidades especiales requeridas para ello: sólo hombres especiales —profesores altamente competentes (como Ganot) y periodistas (como él mismo)— eran capaces, según Moigno, de cumplir con éxito esta importante misión para la ciencia. Ser un *savant*⁴⁶ no era suficiente y no aseguraba la destreza requerida para comunicar la ciencia. Sin embargo, a pesar de sus méritos, a menudo profesores como Ganot eran pronto olvidados, recordados únicamente por sus alumnos y sus libros de texto.⁴⁷

La evaluación del trabajo de Ganot por parte de Moigno y sus predicciones respecto al estatus futuro de su autor se ven confirmadas por una reseña de la vigésima edición del *Traité* aparecida en 1887, el mismo día del fallecimiento de Ganot en París. En ella, el físico Hugo Ledebuer (1847-1927) —nacido pocos años antes de la publicación de la primera edición del libro— explicó que, si bien Ganot quizá no pasaría a la posteridad como uno de los «grandes físicos» franceses, sin duda había sido un hábil profesor y el pionero en diversos campos que habían tenido una importancia capital para el desarrollo de la Física como disciplina. Ganot fue, según Ledebuer, el primero en tener la idea de hacer un libro que comunicara realmente la Física al público, más allá del círculo restringido de «*savants* de laboratorio». Este propósito lo consiguió a través de una escritura clara y exacta y un texto fácil de leer, junto al acompañamiento fundamental de ilustraciones precisas, de alta calidad e insertadas en el texto, además del uso de un buen papel, de la impresión con caracteres tipográficos atractivos y funcionales y de un formato de libro adecuado. Como resultado, la Física-texto de Ganot era, según Ledebuer, conocida por todo el mundo, utilizada en todos los establecimientos docentes, y había servido ya para preparar a un gran número de generaciones de estudiantes y para despertar numerosas vocaciones por las

⁴⁵ Los motivos de la expulsión no se conocen con certeza. Se baraja la posibilidad de que fuera debida a un escándalo a raíz de su implicación en una especulación industrial mal avenida o que fuera por su obstinación en continuar su formación científica y no someterse a los planes que tenía la Compañía para él. Cfr. REDONDI, 1988, 203-225.

⁴⁶ «Sabio», el término habitual utilizado para referirse a los miembros de la élite científica.

⁴⁷ MOIGNO, 1853, 514.

ciencias experimentales. Con su esfuerzo pionero, Ganot, en asociación con sus ilustradores e impresores, había establecido un modelo de Física-texto que fue posteriormente imitado por un gran número de autores.⁴⁸

Éstos son sólo algunos testimonios contemporáneos que ilustran el estatus de Ganot y su Física-texto, la importancia de su contribución y su carácter original o inventivo. También sugieren algunos de los mecanismos del posterior olvido histórico de esta figura. Existen otros testimonios y evidencia histórica que confirman y enriquecen la imagen panorámica trazada en este apartado, limitada a una muestra ilustrativa.⁴⁹ Pero, ¿qué inventó realmente Adolphe Ganot? ¿Cómo lo hizo? ¿Y lo hizo él sólo o en colaboración con otros actores? En el apartado siguiente abordamos estas cuestiones.

5. Sociabilidad, materialidad y forma: génesis y desarrollo de la Física-texto de Ganot

Al publicar la primera edición de su *Traité*, Adolphe Ganot presentó su libro como «el complemento de mi gabinete de Física y de mis lecciones».⁵⁰ Posteriormente, su éxito comercial le permitió preparar nuevas ediciones —publicadas en promedio cada dos años— y expandir su público más allá de los muros de su escuela. Al escribir el *Traité*, Ganot pudo utilizar las lecciones de Física que habría escrito para impartir sus clases durante los años previos a la apertura de su escuela.⁵¹ Asimismo, dispuso de modelos influyentes pues, como ya hemos explicado, la Física-texto había tenido un amplio desarrollo en Francia durante la primera mitad del siglo, conducente a su emergencia como género editorial, pedagógico y científico.

Al presentar la Física en un volumen de apenas 650 páginas —la mitad o un tercio que la mayoría de los tratados comprensivos disponibles entonces—, Ganot tuvo que forzar su escritura a una concisión y precisión extrema. En conjunción, la naturaleza de su actividad pedagógica contribuyó de manera determinante a dar forma a la escritura de su Física-texto. El objetivo principal de los

⁴⁸ LEDEBOER, 1887, 545-546.

⁴⁹ Véase SIMON, 2009a, especialmente capítulos 3 y 6.

⁵⁰ GANOT, 1851b [anuncio insertado en el *Traité*. Copia conservada en la Bibliothèque Nationale de France (BNF)].

⁵¹ Hay constancia de que Ganot impartió lecciones de Física al menos desde 1848. PRESSARD, 1899.

cursos de Ganot fue preparar alumnos para el *baccalauréat ès-sciences*. Escuelas como la suya introdujeron en Francia un nuevo estilo pedagógico que posteriormente fue emulado por la enseñanza oficial. Las lecciones de Ganot incluían la interrogación regular de los alumnos y sesiones en las que éstos eran sometidos a la reproducción de las condiciones del examen para el cual se preparaban. Por ello, la Física-texto de Ganot estaba articulada por breves capítulos (de no más de 30 páginas) divididos en secciones temáticas y, finalmente, en artículos numerados, que no sólo expresaban los enunciados, conocimientos y problemas fundamentales de la Física, sino que también aludían a la estructura pregunta-respuesta del examen. La numeración facilitaba referencias cruzadas en el texto, la conexión entre el texto principal y un apéndice de preguntas reales de exámenes del *baccalauréat* ya celebrados, y la actividad docente y educativa del profesor, el alumno y el lector en general.⁵² Además, estaba compenetrada con la práctica examinadora del *baccalauréat*, en la que las preguntas eran determinadas por los candidatos al escoger al azar bolas marcadas cuyo número indicaba las preguntas contenidas en la lista compuesta por los examinadores.⁵³

La narrativa del artículo en la Física-texto de Ganot se caracterizó por una combinación de Historia, enunciado de conceptos y teorías, ejemplificación, descripción instrumental y experimental y exposición de demostraciones pedagógicas. La escritura de Ganot afrontó, pues, «los hechos» a los que aludía Moigno desde una diversidad de perspectivas que proyectaron en texto las formas de comunicación oral y visual que utilizó en sus clases. En su Física-texto Ganot tuvo como prioridad comunicar quién había contribuido al desarrollo de los conocimientos y problemas de la Física (Historia), cuáles eran los principios y conceptos fundamentales utilizados en su práctica cotidiana (enunciado), cómo se había llegado a esos resultados y de qué herramientas se había valido el físico para ello (instrumentos y experimentos) y cuáles eran los elementos narrativos que contribuían de manera más efectiva a expresar y representar esta Historia de la Física continuamente actualizada (ejemplificación y demostración).

El estudio de la expresión de esta Historia de la Física en la escritura de Ganot permite distinguir algunas características fundamentales: la escritura

⁵² El recurso del artículo numerado ya estuvo en uso en el siglo XVIII, pero durante el siglo siguiente fue sistematizado y perfeccionado por autores, editores e impresores del libro de texto.

⁵³ LANGLEBERT, 1852.

de Ganot contribuye con nombres (de científicos e inventores) y descripción de trabajos y prácticas, pero raramente desvela sus fuentes. Las fuentes de Ganot fueron, además de su práctica pedagógica diaria, el amplio abanico de revistas y monografías científicas publicadas en Francia, abarcando un amplio espectro comunicativo (elitista, profesional, pedagógico, divulgativo), pero también las conversaciones en la sala de conferencias, en el laboratorio y en el taller. Ganot no parece haber poseído conocimiento de más lenguas que el francés, y su escritura sobre trabajos realizados en otras lenguas proviene de los informes publicados en la prensa científica francesa, de las traducciones al francés de monografías extranjeras y de su contacto personal con algunos de los traductores de estas obras. La Física-texto de Ganot buscó síntesis, pero no siempre consenso, es decir, expresó dudas y desacuerdos cuando Ganot consideró que en un área de la Física no existía consenso sobre teorías, resultados experimentales o interpretaciones conceptuales. La escritura de Ganot favoreció el hecho experimental y el diseño instrumental frente al marco teórico. Su sintaxis narrativa se basó en los dos primeros elementos, dejando en segundo plano la consistencia teórica de la Física.⁵⁴ La escritura del *Traité* se vio también afectada por aspectos habitualmente poco considerados por los historiadores de la Física y de la Educación: las prácticas de la imprenta.⁵⁵

La reedición continua del *Traité* en intervalos de alrededor de dos años supuso a su autor una rutina de reescritura y actualización regular de su texto, en interacción con las técnicas disponibles en la imprenta parisina. En ediciones sucesivas, Ganot reescribió partes de su Física-texto para mejorar su expresión y su precisión o para matizar aspectos de la Física cuya percepción consideró que había variado en el tiempo transcurrido. Asimismo, en ocasiones eliminó partes del texto que describían instrumentos o experimentos que acabaron entrando en desuso, o que habiendo sido introducidos por su novedad habían acabado siendo poco utilizados o descartados por los físicos. Viceversa, en cada nueva edición, Ganot preparó nuevos contenidos para adaptarse a variaciones en los programas educativos oficiales y para reflejar las nuevas aportaciones a la Física y al diseño instrumental. La selección de contenidos vino determinada lógicamente por el compás de lecturas de Ganot y por su círculo social y profesional. Ello explica, por ejemplo, la alta prioridad dada al diseño instrumental en su Física.

La constante reedición del *Traité* de Ganot se benefició de la técnica de la estereotipia, desarrollada en Francia durante el siglo XIX. Esta práctica se utilizó para libros que impresores y editores calculaban que volverían a editar una vez agotada la primera tirada, debido a su éxito editorial. En este sentido fue, sin duda, económica y laboralmente beneficiosa para la producción de un libro como el *Traité*, que además de vender numerosas copias, mantuvo y expandió su utilidad y público (las crecientes y regulares hornadas de estudiantes de Física y candidatos al *baccalauréat*), y que aunque sufrió variaciones continuas de sus contenidos, durante varias décadas mantuvo un núcleo y estructura sólidamente fijados.

La estereotipia consistía en hacer moldes de la composición tipográfica de cada página de un libro que permitían en sucesivas impresiones ahorrar tiempo a los obreros tipográficos: así no tenían que componer de nuevo la combinación de tipos de cada página a partir del manuscrito. Por esta razón, la mayoría de adiciones de Ganot en ediciones sucesivas de su Física-texto fueron en general introducidas al final de capítulos y secciones, con la finalidad de alterar lo menos posible la estructura de composición tipográfica del libro y minimizar así los costes de impresión. Esta práctica tuvo, sin duda, un impacto en la reescritura de Ganot, limitando las modificaciones a su texto original y desfavoreciendo cualquier cambio drástico de la estructura narrativa de su libro. También afectó a los traductores del *Traité*, y como consecuencia contribuyó a la preservación de su Física-texto, en alta proporción, en las traducciones a otras lenguas.⁵⁶

El trabajo de los impresores y obreros tipográficos en la producción de la Física-texto de Ganot afectó también a la forma final del texto y a sus modos de expresión, contribuyendo de manera importante a guiar los posteriores usos y apropiaciones de sus lectores. En la composición de su texto, Ganot se centró en lo que consideró los contenidos científicos fundamentales, dejando en manos del tipógrafo y del impresor la corrección de los errores ortográficos y gramaticales.⁵⁷ Por otro lado, en el *Traité*, Ganot y sus impresores utilizaron recursos tipográficos con la intención de guiar diferentes tipos de lectura y poder así dirigirse a una amplia diversidad de lectores con intenciones y expectativas variadas. Así, la forma de la Física-texto de Ganot incluía artículos en letra

⁵⁴ Véase SIMÓN, 2006b; SIMÓN, 2008; y SIMÓN, 2009a, capítulo 3.

⁵⁵ En lo que sigue me baso en SIMÓN, 2009a, capítulo 4. Véase también SIMÓN, 2007, 29-48.

⁵⁶ Este es el caso de la traducción inglesa y parece ser también el caso de la traducción española, pero habría que estudiar en más detalle el problema. Cfr. SIMÓN, 2006b, 89-94.

⁵⁷ MALEPEYRE, 1861, 309-310.

pequeña, denotando contenidos para lectores avanzados, y secciones marcadas con asterisco, expresando su pertinencia para aquellos interesados en preparar determinados exámenes o enrolados en determinados programas educativos.

La narrativa del hecho experimental y el diseño instrumental fue reforzada en la Física-texto de Ganot con un énfasis novedoso en el conocimiento visual. Las ilustraciones del *Traité* introdujeron una nueva manera de ilustrar la Física con implicaciones importantes para la práctica pedagógica, pero también para la científica. Durante la primera mitad del siglo, los libros de Física incluían ilustraciones producidas por grabado en cobre o acero. Las láminas resultantes eran incluidas en hojas desplegadas al final del libro o en volumen separado. Por el contrario, en el libro de Ganot las ilustraciones fueron producidas por nuevas técnicas de grabado sobre madera. Además de permitir representaciones más realistas, precisas y atractivas, al contrario que las planchas de metal, los bloques de madera podían ser insertados en las composiciones tipográficas y, como resultado, la Física-texto de Ganot incluyó ilustraciones en el texto, fomentando la interacción entre ambos y facilitando la lectura.

En la producción de estas ilustraciones, Ganot contrató a dibujantes y grabadores profesionales, muchos de los cuales habían desarrollado sus técnicas en las décadas precedentes en el *Magasin Pittoresque*, una de las principales revistas ilustradas pioneras en Francia. Los dibujos fueron tomados por observación directa del gabinete de Física de la escuela de Ganot y en los talleres de fabricantes de instrumentos y máquinas con los que Ganot mantenía relaciones profesionales. El realismo de las ilustraciones fue reforzado con la indicación de las dimensiones reales de cada pieza representada. Las ilustraciones estaban conectadas con el texto por cifras y letras que ligaban las partes de cada instrumento a su descripción textual y daban magnitudes y medidas relevantes para entender su funcionamiento y para empujar al lector a pasar a la práctica.⁵⁸ Sin embargo, como demuestran los testimonios de lectores como Zénobe Gramme, William Thomson y Sebastian de Ferranti, las ilustraciones de la Física de Ganot gozaron también de autonomía y de un papel activamente cognitivo, al ser utilizadas para extraer conocimientos sobre el diseño de instrumentos que contribuyeron a procesos de invención conducidos por estos actores.⁵⁹

⁵⁸ SIMON, 2009a, 135-148.

⁵⁹ *Ibidem*, 2009b, 89-114.

6. Conclusión

Con su *Traité* Adolphe Ganot inventó una nueva manera de comunicar la Física. La novedad radicó especialmente tanto en la precisión y concisión de su escritura como en la inserción de ilustraciones en el texto y la utilización de nuevas técnicas de grabado que realzaron el realismo, precisión y atractivo de las ilustraciones de instrumentos y máquinas, y aumentaron su uso potencial como herramientas pedagógicas y científicas. Se puede decir que Ganot introdujo un nuevo lenguaje textual y visual en la Física-texto. Como en el caso de los «inventos tecnológicos» o los «descubrimientos científicos», Ganot no fue realmente el primero o el único en introducir algunos de los aspectos que hicieron de su Física-texto un modelo para futuros autores. Fue por una combinación de diferentes ingredientes que su Física-texto y su prestigio como autor consiguieron el relieve que tuvieron en su tiempo. Éstos incluyeron la expansión de la educación científica debida a la *bifurcation*, la jubilación de varios de los más influyentes autores de Física-texto, la creciente influencia del *baccalauréat ès-sciences*, la posterior exportación de los métodos pedagógicos de la escuela privada a la escuela estatal o el transvase de métodos y artistas de la prensa ilustrada a la producción del libro científico. Pero esta combinación de aspectos fue suficiente para convertir la Física-texto de Ganot en un «invento» para sus contemporáneos.

Por otro lado, como hemos visto, Ganot no fabricó su «invento» en solitario. Al contrario, fue el fruto de su experiencia como profesor, pero también de las prácticas de impresores, dibujantes, grabadores y fabricantes de instrumentos y máquinas, y no menos de los lectores de su libro, que contribuyeron a formar sus representaciones. La Física-texto de Ganot fue generada por las interacciones sociales de estos actores y por procesos conceptuales, pero también materiales. Finalmente, el uso del *Traité* de Ganot por inventores como Zénobe Gramme, su alto número de lectores, su función en la formación de la disciplina que representa, su actualización periódica y su espacio de expresión crítica son aspectos que sugieren que la Física-texto es Física y que la comunicación de la ciencia no es un sucedáneo de su práctica sino, que forma parte íntegra de ella. Así pues, la escritura de la ciencia es una parte más del estudio de la práctica científica.

Referencias bibliográficas

- ABIR-AM, G. PNINA y Clark A. ELIOT: «Introduction», en G. Pnina Abir-Am y Clark A. Eliot (eds.): «Commemorative Practices in Science», *Osiris*, 14, 2000, pp. 1-14.
- ACADÉMIE DES SCIENCES: «Bulletin bibliographique», *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, 36, 1853, p. 837.
- ANDERSON, Robert D.: *Education in France, 1848-1870*, Oxford: Clarendon Press, 1975.
- BARTON, Ruth: «Men of Science»: Language, Identity and Professionalization in the Mid-Victorian Scientific Community», *History of Science*, XLI, 2003, pp. 73-119.
- BAZERMAN, Charles: *Shaping Written Knowledge: The Genre and Activity of the Experimental Article in Science*, Madison: The University of Wisconsin Press, 1998.
- *The Languages of Edison's Light*, Cambridge: Londres: The MIT Press, 1999.
- BELHOSTE, Bruno; Claudette BALPE y Thierry LAPORTE: *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français. Textes officiels*, Paris: Institut National de Recherche Pédagogique (INRP): Editions Economica, 1995.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; Antonio GARCÍA-BELMAR y José Ramón BERTOMEU SÁNCHEZ: *L'Émergence d'une science des manuels: les livres de chimie en France (1789-1852)*, Paris: Editions des Archives Contemporaines, 2003.
- y Anne RASMUSSEN: «Introduction», en Bensaude-Vincent y Rasmussen (eds.): *La Science populaire dans la presse et l'édition, XIX^e et XX^e siècles*, Paris: Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), 1997, pp. 13-30.
- BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón, Antonio GARCÍA-BELMAR, Manolis PATINIOTIS, y Anders LUNDGREN: «Textbooks in the Scientific Periphery», *Science & Education*, 15, 2006, pp. 657-880.
- BRYANT, Margaret E.: *The London Experience of Secondary Education*, Londres: Tarras Altas Escocesas: The Athlone Press, 1986.
- BULLETTIN DES LOIS: *Bulletin des Lois de l'Empire Français. Premier semestre de 1864. Partie principale, tome XXVII, n. 1361 à 1401*, Paris: Imprimerie Impériale, 1864.
- CANTOR, Geoffrey; Gowan DAWSON; Graeme GOODAY; Richard NOAKES; Sally SHUTTLEWORTH y Jonathan R. TOPHAM (eds.): *Science in the Nineteenth-Century Periodical*, Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- y Sally SHUTTLEWORTH: *Science Serialized: Representations of the Sciences in Nineteenth-Century Periodicals*, Cambridge: The MIT Press, 2004.
- CARLSON, W. Bernard y Michael GORMAN: «Understanding Invention as a Cognitive Process: The Case of Thomas Edison and Early Motion Pictures, 1888-91», *Social Studies of Science*, 20, 1990, pp. 387-430.
- CHOPPIN, Alain: *Les Manuels scolaires: histoire et actualité*, Paris: Hachette, 1992.
- COLIN, Florence: «Les revues de vulgarisation scientifique», en Bruno Béguet (ed.): *La Science pour tous: sur la vulgarisation scientifique en France de 1850 à 1914*, Paris: Bibliothèque du Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), 1990, pp. 71-95.
- CORDEAU, A. L.: «Charpente en fer et serrurerie», en Raillard Mignard (ed.): *Guide des constructeurs: Traité complet des connaissances relatives aux constructions*, Paris: Librairie Centrale des Beaux Arts-Émile Lévy, 1901-1904.
- D'ORBIGNY, Charles, Adolphe GANOT, Charles-Philippe LEBLOND y Alphonse Auguste RIVTÈRE: *Manuel à l'usage des aspirants au grade de bachelier es sciences physiques*, Paris: Béchet Jeune, 1838.
- FARA, Patricia: *Newton: the Making of Genius*, Londres: Picador, 2003.
- FLECK, Ludwik: *Genesis and Development of a Scientific Fact*, Chicago: Londres: The University of Chicago Press, 1979.
- *La génesis y el desarrollo de un hecho científico: Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento*, Madrid: Alianza, 1986.
- FORGAN, Sophie y Graeme GOODAY: «Constructing South Kensington: the Buildings and Politics of T. H. Huxley's Working Environments», *British Journal for the History of Science*, 29, 1996, pp. 435-468.
- FOUCAULT, Léon: «Feuilleton du Journal des Débats du 19 mai 1853. Académie des Sciences. Séances des 9 et 15 mai», *Journal des Débats Politiques et Littéraires*, 19 de mayo de 1853, pp. 1-2.
- FYFE, Aileen: *Science and Salvation: Evangelical Popular Science Publishing in Victorian Britain*, Chicago: Chicago University Press, 2004.
- GANOT, Adolphe: *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée*, Paris: Chez l'Auteur, 1851a.
- *Enseignement des sciences accessoires. préparatoire au Baccalauréat-ès-sciences, au premier examen de Médecine et à l'École Centrale, sous la direction de M. Ganot*, Paris: Chez l'Auteur 1851.
- GARCÍA-BELMAR, Antonio José Ramón BERTOMEU-SÁNCHEZ y Bernadette BENSAUDE-VINCENT: «The Power of Didactic Writings: French Chemistry Textbooks of the Nineteenth Century», en David Kaiser (ed.): *Pedagogy and the Practice of Science. Historical and Contemporary Perspectives*, Cambridge: The MIT Press, 2005, pp. 219-251.
- GORMAN, Michael E. y W. Bernard CARLSON: «Interpreting Invention as a Cognitive Process: The Case of Alexander Graham Bell, Thomas Edison and the Telephone», *Science, Technology & Human Values*, 15, 1990, pp. 131-164.
- HARMAN, Peter M.: *Energy, Force and Matter: The Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics*, Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- HENSON, Louise; Geoffrey CANTOR; Gowan DAWSON; Richard NOAKES; Sally SHUTTLEWORTH y Jonathan R. TOPHAM: *Culture and Science in the Nineteenth-Century Media*, Aldershot: Ashgate, 2004.
- HOLMES, Frederick L.: «Scientific Writing and Scientific Discovery», *Isis*, 78, 1978, pp. 220-235.
- JANET, Paul: «Zénohe Gramme (1826-1901)», en Paul Janet: *Notes et souvenirs*, Paris: Gauthier, Villars, 1933, pp. 205-217.
- JARRELL, Richard A.: «Visionary or Bureaucrat? T. H. Huxley, the Science and Art Department and Science Teaching for the Working Class», *Annals of Science*, 55, 1998, pp. 219-240.
- KAISER, David: *Pedagogy and the Practice of Science. Historical and Contemporary Perspectives*, Cambridge: The MIT Press, 2005.
- LANGLEBERT, Edmond: *Guide pratique et méthodique de l'étudiant en médecine, ou conseils aux élèves sur les directions qu'ils doivent donner à leurs études. Suivi des règlements universitaires relatifs aux études médicales dans les facultés, les écoles préparatoires, et des conditions d'admission dans le service de santé de l'armée et de la marine*, Paris: Chez Jean-Baptiste Baillièrre, 1852.
- LE BOUEF, Patrick: «La science amusante», en Bruno Béguet (ed.): *La Science pour tous: Sur la vulgarisation scientifique en France de 1850 à 1914*, Paris: Bibliothèque du Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), 1990, pp. 96-111.
- LEDENOER, P. H.: «Bibliographie [resena de las nuevas ediciones del *Traité* y el *Cours* de Ganot editadas por G. Maneuvrier y publicadas por Hachette]», *La Lumière Électrique*, xxvi, 1887, pp. 545-546.
- LEFEVRE, Karen Burke: *Invention as a Social Act*, Carbondale: Southern Illinois University Press, 1987.
- LUNDGREN, Anders y Bernadette BENSAUDE-VINCENT: *Communicating Chemistry: Textbooks and Their Audiences, 1789-1939*, Canton: Science History Publications, 2000.
- MACLEOD, Christine: *Heroes of Invention: Technology, Liberalism and British Identity, 1750-1914*, Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- MALEPEYRE, François: «Affaires d'imprimerie. Bon a tirer. Erreurs typographiques», *Le Technologiste ou Archive des progrès de l'industrie française et étrangère*, xxii, 1861, pp. 399-400.
- MOIGNO, François-Napoléon: «Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée et de météorologie», par M. A. Ganot., *Cosmos*, 11, 1853, pp. 513-514.
- «Exposition Universelle de Londres. Machine magnéto-électrique de la compagnie l'Alliance, exposée par M. Auguste Berlioz», *Cosmos*, xx, 1862, pp. 686-694.
- «Bibliographie. Traité élémentaire de physique expérimentale et de météorologie», *Les Mondes*, 11, 1863, pp. 484-486.
- «Exposition Universelle de 1867», *Les Mondes*, xv, 1867, pp. 359-380.
- «Traité de physique de M. Ganot», *Les Mondes*, xv, 1867, p. 227.
- MORUS, Iwan Phys: *When Physics became King*, Chicago: Londres: The University of Chicago Press, 2005.
- OLESKO, Kathryn: «Science Pedagogy as a Category of Historical Analysis: Past, Present, and Future», *Science and Education*, 15, 2006, pp. 863-880.
- PAVARD, Camille: *Biographie des Liegeois illustres*, Bruselas, 1905.
- PELSENEER, Jean: *Zénohe Gramme*, Bruselas: Office de Publicité, 1944.
- «Gramme», en *Biographie nationale publiée par l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, Bruselas: Établissements Bruylant, 1956, pp. 627-633.
- PETTIT, Clare: *Patent Inventions: Intellectual Property and the Victorian Novel*, Oxford: Oxford University Press, 2004.
- POUILLET, Claude-Mathias-Servais: *Notions générales de physique et de météorologie à l'usage de la jeunesse*, Paris: Béchet Jeune, 1850.
- PRESSARD, Antoine: *Histoire de l'Association Philotechnique*, Paris: Association Philotechnique, 1899.
- PURRINGTON, Robert D.: *Physics in the Nineteenth Century*, Nuevo Brunswick: Nueva Jersey: Londres: Rutgers University Press, 1997.

- REDONDI, Pietro: «Physique et apologetique. Le Cosmos de l'abbé Moigno et de Marc Seguin», *History and Technology*, 6, 1988, pp. 203-225.
- SECORD, James: *Victorian Sensation: The Extraordinary Publication, Reception and Secret Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation*. Chicago: Londres: The University of Chicago Press, 2000.
- «Knowledge in Transit», *Isis*, 4, 2004, pp. 654-672.
- «Science», en Leslie Howsam, Chris Stray, Alice Jenkins, James A. Secord y Anna Vaninskaya (eds.): «What the Victorians Learned: Perspectives on Nineteenth-Century Schoolbooks», *Journal of Victorian Culture*, 12, 2, 2007, 272-276.
- SIMÓN, Josep: «Comunicando la Física en la Europa del siglo XIX: El manual de Ganot y los oficios del libro», en Néstor Herran, Josep Simon, Ximo Guillem-Llobat, Tayra Lanuza Navarro, Pedro Ruiz Castell y Jaume Navarro (eds.): *Synergia: Primer Encuentro de Jóvenes Investigadores en Historia de la Ciencia*, Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), 2007, pp. 29-48.
- «The Franco-British Communication and Appropriation of Ganot's *Physique* (1851-1881)», en Josep Simon y Néstor Herran (eds.): *Beyond Borders: Fresh Perspectives in History of Science*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2008, pp. 141-168.
- *Communicating Physics in Nineteenth-Century France and England: The Production, Distribution and Use of Ganot's Textbooks*. Leeds: University of Leeds, 2009 (Tesis Doctoral).
- «Circumventing the "elusive quarries" of Popular Science: The Communication and Appropriation of Ganot's *Physique* in Nineteenth-Century Britain», en Faidra Papanelopoulou, Agustí Nieto-Galan y Enrique Perdiguero (eds.): *Popularising Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*. Aldershot: Ashgate, 2009, pp. 89-114.
- «The Baillières: The Franco-British Book Trade and the Transit of Knowledge», en Robert Fox y Bernard Joly (eds.): *Franco-British Interactions in Science since the Seventeenth Century*. Londres: College Publications, 2010, pp. 243-262.
- SMITH, Crosbie: *The Science of Energy: A Cultural History of Energy Physics in Victorian Britain*. Londres: The Athlone Press, 1998.
- STICHWEH, Rudolf: *Zur Entstehung des modernen Systems wissenschaftlicher Disziplinen: Physik in Deutschland*. Fráncfort: Suhrkamp, 1984.
- TOBIN, William J.: *The Life and Science of Léon Foucault*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- TOPHAM, Jonathan R.: «Scientific Publishing and the Reading of Science in Nineteenth-Century Britain: A Historiographical Survey and Guide to Sources», *Studies in History and Philosophy of Science*, 31, 2000, pp. 559-612.
- «Rethinking the History of Science Popularization/Popular Science», en Faidra Papanelopoulou, Agustí Nieto-Galan y Enrique Perdiguero (eds.): *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*. Aldershot: Ashgate, 2009, pp. 1-20.

Palabras de química. Oralidad y escritura en la enseñanza de una Ciencia Experimental

❶ Antonio GARCÍA BELMAR [Universitat d'Alacant]

❷ José Ramón BERTOMEU SÁNCHEZ [Universitat de València]

RESUMEN: Las lecciones magistrales acompañadas de demostraciones experimentales, una de las formas de enseñanza y popularización de las Ciencias Experimentales más extendida en los siglos XVIII y XIX, constituyen un espacio privilegiado para el estudio de las interacciones entre oralidad y escritura. En este artículo se analiza el estilo expositivo utilizado por Louis Jacques Thénard (1777-1857) en las lecciones de Química impartidas en el Collège de France durante las primeras décadas del siglo XVIII y el modo en que éstas fueron registradas por los alumnos que, siguiendo una vieja y extendida tradición, elaboraron cuadernos manuscritos en los que reescribieron el contenido de las lecciones a partir de las notas tomadas en clase. Las prácticas de escritura asociadas a la elaboración de dichos cuadernos y el modo en que esta actividad interaccionó con otras prácticas de lectura, escritura, observación y manipulación ligadas al aprendizaje de una Ciencia Experimental como la Química serán también objeto de estudio en este trabajo.

PALABRAS CLAVE: Historia de la Ciencia; Enseñanza y aprendizaje de la Química; Oralidad; Escritura; Cuadernos de estudiantes; Lecciones magistrales; Demostraciones experimentales.

ABSTRACT: Public lectures and experimental demonstrations, one of the more widespread forms of teaching and popularization of Experimental Science in the 18th and 19th centuries, constitute a privileged space for the study of interactions between orality and writing. In this article we analyze the lecturing style used by Louis Jacques Thénard (1777-1857) in the Chemistry courses he taught at the Collège de France in the early 19th century through the notes taken by some of his listeners who, following an old and extended tradition, produced rich and detailed notebooks wherein they reconstructed the contents of the lessons. The writing practices associated with these student notebooks and the way this activity interacted with other writing, reading, observation and manipulative practices related to the study of Experimental Sciences such as Chemistry are also discussed.

KEYWORDS: History of Science; History of Chemistry Education; Orality; Writing; Student Notebooks; Lectures; Experimental Demonstrations.