



UNIVERSIDAD DE GRANADA

**Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Facultad de Ciencias de la Educación**

**LOS INSTRUMENTOS DE FÍSICA EN LOS MANUALES Y EN LOS
GABINETES DEL S. XIX EN ESPAÑA. ESTUDIO DE CASO: EL
GABINETE DEL I.E.S. "P. SUÁREZ" DE GRANADA**



MEMORIA

Presentada para optar al Grado de Doctor por

Jesús Sánchez Tallón

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Jesús Sánchez Tallón
D.L.: GR 1181-2012
ISBN: 978-84-695-1159-6

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Facultad de Ciencias de la Educación

**LOS INSTRUMENTOS DE FÍSICA EN LOS MANUALES Y EN LOS
GABINETES DEL S. XIX EN ESPAÑA. ESTUDIO DE CASO: EL
GABINETE DEL I.E.S. “P. SUÁREZ” DE GRANADA**

MEMORIA DE TESIS DOCTORAL PRESENTADA POR:

Jesús Sánchez Tallón

DIRIGIDA POR EL PROFESOR:

Dr. D. Manuel Fernández González

Universidad de Granada

PARA OPTAR AL GRADO DE:

Doctor por la Universidad de Granada

PROGRAMA DE:

Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Granada 2011

Fdo. _____

Jesús Sánchez Tallón

El Doctorando

Fdo. _____

Manuel Fernández González

El Director

MANUEL FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, profesor de la Universidad de Granada, Director de la Tesis Doctoral titulada “LOS INSTRUMENTOS DE FÍSICA EN LOS MANUALES Y EN LOS GABINETES DEL S. XIX EN ESPAÑA. ESTUDIO DE CASO: EL GABINETE DEL I.E.S. “P. SUÁREZ” DE GRANADA”, presentada por D. Jesús Sánchez Tallón

Considera que reúne los requisitos de interés académico, rigor científico y actualidad documental necesarios para ser presentada a su lectura. Por lo que

INFORMA favorablemente a la misma, autorizando su presentación con el fin de proceder a su defensa pública

Granada, de de 2011

Fdo. Manuel Fernández González



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Facultad de Ciencias de la Educación

**LOS INSTRUMENTOS DE FÍSICA EN LOS MANUALES Y EN LOS
GABINETES DEL S. XIX EN ESPAÑA. ESTUDIO DE CASO: EL
GABINETE DEL I.E.S. "P. SUÁREZ" DE GRANADA**

MEMORIA DE TESIS DOCTORAL PRESENTADA POR:

Jesús Sánchez Tallón

DIRIGIDA POR EL PROFESOR:

Dr. D. Manuel Fernández González

Universidad de Granada

PARA OPTAR AL GRADO DE:

Doctor por la Universidad de Granada

PROGRAMA DE:

Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Granada 2011

AGRADECIMIENTOS

Quiero Mostrar mi agradecimiento a todos aquellos que me han dado ánimos para concluir este trabajo. A mis maestros Ramón Gago y Miguel Giménez Yanguas del Taller de Restauración del Patrimonio Científico e Industrial (UGR). Al profesor Luis Castellón, por las facilidades prestadas para el estudio de la colección del I.E.S. Padre Suárez de Granada. Y muy especialmente a mi director de Tesis, Dr. Manuel Fernández Gonzalez, por su apoyo y ayuda de valor incalculable.

Ilustración de cubierta: Máquina de Wimshurst de dos discos *F. Dalmau* (ca. 1895) del I.E.S. Padre Suárez restaurada por el autor del presente trabajo en 2007 en el Taller de Restauración del Patrimonio Científico e Industrial (UGR).

A mi madre, Emilia, y a Mariajo

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

1.1. EL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA FÍSICA

La física, como las demás ramas del saber, ha experimentado a lo largo de los siglos una evolución de la que da cumplida cuenta la historia de la ciencia. Sin despreciar aportes anteriores, si hay que señalar un punto de arranque, éste habría que situarlo en la antigua Grecia. Los griegos llevan a cabo una sistematización del saber, situando los conocimientos dispersos en un marco teórico coherente que justifica los acontecimientos del mundo natural (Sambursky, 1990). Es la herencia que legan a la posteridad.

A partir de ahí la ciencia ha evolucionado más o menos lentamente, salpicada de periodos en que el ritmo se acelera y que representan lo que se llama revolución científica (Kuhn, 1971). Por lo que respecta a la física, tiene lugar en los siglos XVI y XVII, con Galileo y Newton, una revolución científica de gran trascendencia que da paso a la ciencia moderna (Buchwald y Cohen, 2001). Unos siglos más adelante, a finales del siglo XIX y principios del XX, se señala otro periodo de conmoción que corresponde a la revolución cuántica y relativista (Gamow, 1968; Cohen, 1989: cap.27).

La ciencia moderna, y la física en particular, surge pues en los siglos XVI y XVII como consecuencia de un modo diferente de elaborar los conocimientos teóricos y una manera distinta de investigar los fenómenos. El método científico que inicia Galileo y sigue la posteridad rompe con la tradición aristotélica-escolástica (Koyré, 1966). Para Galileo la realidad puede estudiarse indirectamente, es decir, construyendo un modelo simplificado de la misma que, de esta manera puede ser tratado matemáticamente (Matthews, 1994: cap.6). Esta metodología es la que ha hecho posible el desarrollo de la ciencia hasta nuestros días.

Los diversos campos que constituyen la física tradicional ni han aparecido ni se han desarrollado simultáneamente. La astronomía de observación se encuentra muy avanzada desde la antigüedad y recibe en el siglo XVII la decisiva aportación de Kepler con las tres leyes del sistema solar, dentro del marco innovador del heliocentrismo. A

finales del siglo la mecánica surge con fuerza irresistible de la mano de Newton, proporcionando con la mecánica celeste respaldo teórico a la astronomía. La óptica geométrica recibe su aportación más decisiva desde su arranque en tiempos de Euclides con la ley de la refracción de Descartes y Snell. Ya entrado el siglo XVIII es de destacar el avance de la electrostática, que proseguirá su espectacular desarrollo en el siglo XIX con la electrocinética y el electromagnetismo (Papp, 1961).

La electricidad y el calor van a ser los grandes protagonistas de la física del siglo XIX y sus numerosas aplicaciones, desde las domésticas a las concernientes a la maquinaria pesada, van a provocar cambios muy profundos en la sociedad (Bernal, 1979).

Pero la historia de la ciencia es susceptible de varias lecturas. Acabamos de exponer la referente a la acumulación de contenidos y el surgimiento de nuevos campos. Esta manifestación de su evolución es la más aparente pero no la única. El mismo Kuhn define un paradigma no sólo por los conocimientos compartidos por una comunidad científica sino también por los métodos de trabajo y los problemas de investigación a los que se les da preferencia.

Así pues, a un nivel más profundo, puede estudiarse el enfoque que adopta la física y qué ideas generales sigue. A principios del siglo XVIII aún se habla de *filosofía de la naturaleza*, término que comienza a ser sustituido por el de *física*. Esto no es un simple cambio de nombre sino un modo diferente de entender la disciplina, que pasa de la tutela de la filosofía a ser independiente y estar regida por principios propios, sometidos a contrastación empírica, que justifican los fenómenos del mundo real. Este punto es el que va a marcar el tránsito de la física escolástica a la física experimental, nueva tendencia que acelera su ritmo en la segunda mitad del siglo XVIII (Solís y Sellés, 2005).

La física que se va imponiendo es física experimental, la cual va abandonando el espíritu especulativo que la impregnó, particularmente en la enseñanza. Todo ello contribuye a que se consolide como disciplina en el siglo XIX. Se manifiesta en ella un afán por establecer su campo de estudio propio, lo que consigue por el enorme desarrollo de su cuerpo de doctrina, asentado sobre principios cada vez más generales y que permiten relacionar campos hasta entonces inconexos. El deseo de recalcar las diferencias entre la nueva física y la física escolástica, aún vigente en España durante todo el siglo XVIII y parte del XIX, conduce a los autores a emplear sistemáticamente el nombre de *física experimental* en sus obras de texto (Fernández, 2005).

Por otra parte, el arranque de la física moderna con Galileo y Newton lleva consigo el estudio matemático de los fenómenos naturales. En el siglo XVIII las ramas de la física más avanzadas con relación a las demás, como la astronomía, la mecánica y la óptica, muestran esta base matemática, hasta tal punto que aparecen en muchos tratados de matemáticas como una rama de ellas: las “matemáticas mixtas” o “matemáticas aplicadas” (Ten, 1991). Así pues, en su camino hacia la consolidación como disciplina propia, la física debe también marcar las distancias con las matemáticas, sin que esto suponga renunciar a ellas.

El uso de las matemáticas en física se extiende a la electricidad (ley de Coulomb) y ya en los albores del siglo XIX se acentúa en la mecánica (Laplace) y la electricidad (Biot), que imponen el ideal cuantitativo como muestra de calidad de una teoría (Solís y Sellés, 2005: 771-3). Puede entonces comprenderse el gran impacto que causa en los ambientes científicos la matematización de todos los fenómenos relacionados con el calor mediante una teoría emergente: la termodinámica (Locqueneux, 1996). El calor ya puede adquirir el mismo rango que la mecánica, hasta entonces considerada como depositaria del espíritu de la verdadera física. Por si esto fuera poco, debe señalarse que la emergencia del electromagnetismo y la termodinámica provoca un duro golpe al enfoque mecanicista (Einstein e Infeld, 1965: cap.2), que a partir de entonces comienza a dejar paso a un enfoque de tipo energetista.

1.2. LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

La atención que se presta en la actualidad a la enseñanza de las ciencias por los gobiernos de todos los países es creciente. La investigación sobre esta temática ha alcanzado un auge considerable y aunque, dada la complejidad del sujeto estudiado, es muy difícil encontrar soluciones globales, es cierto que se han alcanzado resultados esperanzadores. La didáctica de las ciencias es una disciplina que ha surgido recientemente (hacia los años 70), recogiendo y estructurando las aportaciones de estas investigaciones (Perales y Cañal, 2000). Hoy día a través de artículos y libros podemos conocer fácilmente la situación en que se encuentra la enseñanza de cualquier materia, pero si volvemos la vista hacia el pasado no encontramos tanta luz acerca de dicho tema.

El perfil de la enseñanza de una disciplina ha de ser evidentemente reflejo de las características de la misma. Y si éstas cambian también lo hace su enseñanza, bien entendido que con el natural desfase. Por eso es tan importante el conocimiento de la historia. Así, a mediados del siglo XVIII todavía se encuentra vigente la física escolástica, que muestra una estructura, contenidos y terminología que se asemejan en mucho a los cursos de filosofía de la época, en los que con frecuencia se incluye. A partir de ahí comienza a abrirse paso la física experimental, con el consiguiente abandono del espíritu especulativo mantenido hasta entonces y reforzando la dimensión matemática y experimental. A este respecto escribe Despretz en el prólogo de su *Física experimental* (1839):

La Física, en el estado a que ha llegado en la actualidad, no tiene de común más que el nombre con la Física llamada escolástica, que los preceptos de Bacon y los ejemplos de Galileo han contribuido felizmente a desterrar de la enseñanza pública (p. XIII).

Como consecuencia de la irrupción de la física experimental la enseñanza sufre un cambio de orientación, pasando de ser una enseñanza libresca, donde el manual es el único recurso de enseñanza y la memorización la sola estrategia de aprendizaje, a ser una enseñanza donde toman protagonismo los instrumentos y donde el conocimiento y modo de funcionamiento de éstos forma parte de los contenidos de enseñanza. Los nuevos manuales prestan atención especial a las máquinas, aparatos e instrumentos. Los recogen, hacen de ellos descripciones exhaustivas y los utilizan como apoyo de leyes y teorías (Fernández, 2005).

Hacia mediados del siglo XIX las autoridades educativas toman conciencia del cambio de orientación de la física y promueven en los centros de enseñanza gabinetes, dotados de aparatos para permitir a los estudiantes una mínima formación empírica. Aunque antes existía algún centro que contaba con gabinete, esta tendencia recibe en España un serio impulso al ser creados los institutos en esa época. De todos modos, la inercia del sistema y las penurias económicas hacen que la implantación se haga lentamente y con retraso y, además, sea desigual. A los factores citados se suma otro como es el fuerte enraizamiento que tenía la física escolástica en la enseñanza, de tal modo que cuando a finales del siglo XVIII apenas quedaban rastros de ella en países como Francia, en España, con el apoyo de las instituciones eclesiásticas, aún se resistía

bien avanzado el siglo XIX. De todos modos el impulso de las autoridades ministeriales (Plan Pidal, 1845) fue decisivo para que terminara esta situación.

Antes se ha hablado que uno de los rasgos de la nueva física es la valoración de lo cuantitativo (Solís y Sellés, 2005: 626 y ss.). También tal característica se traduce en la enseñanza. Así, si se trata de ofrecer una enseñanza más cuantitativa, qué mejor que ejercitar la medida de magnitudes, que ya no se limitan como antes a la longitud y la temperatura. La física se esfuerza ahora en presentar instrumentos variados, describirlos y estudiar su funcionamiento. Los manuales tratan de suplir las carencias de material haciendo descripciones muy detalladas de los instrumentos. Los gabinetes, por su parte, tratan de acercar el instrumento real a los alumnos.

Otra característica de la física del XIX es el de las aplicaciones, lo que reafirma la idea de “ciencia útil”. Es cierto que la revolución industrial de la segunda mitad del siglo XVIII ha estado sostenida por la máquina de vapor, cuyo desarrollo había sido llevado a cabo por artesanos ilustres (Solís y Sellés, 2005: cap.17). En el siglo XIX la idea de “progreso” asociada a la ciencia cala profundamente en la sociedad. Al desarrollo de la máquina de vapor, esta vez respaldado por la termodinámica, se unen los descubrimientos derivados de la electricidad (Derry y Williams, 1987, vols.II y III). Unos y otros van a cambiar drásticamente la sociedad de la época. Las aplicaciones de la ciencia abarcan una amplia gama, desde la maquinaria pesada a las pequeñas aplicaciones domésticas.

La física esgrime el irrefutable argumento de las aplicaciones derivadas de sus principios para afianzarse como disciplina independiente, rompiendo lazos con otras a las que ha estado ligada. Los manuales dedican páginas y páginas a la descripción y funcionamiento, entre otros, de la máquina de vapor, la pila eléctrica, la cámara fotográfica y el telégrafo. Todo ello empuja a los gabinetes de los centros a disponer de material tecnológico. Es frecuente encontrar en ellos pilas eléctricas, piezas de telégrafo, alguna cámara fotográfica y, si se trata de maquinaria pesada como la máquina de vapor, se recurre a modelos a escala que reproducen simplísimamente el funcionamiento del aparato.

1.3. EL OBJETO DE NUESTRA INVESTIGACIÓN

Vemos pues, que el modo de entender la disciplina y las características que muestra, como no podía ser de otra manera, impregna también su enseñanza. Hoy día sigue existiendo esta relación aunque mucho más atenuada ya que la didáctica de las ciencias matiza más fuertemente el saber experto para su conversión en saber escolar (Chevallard, 1992). De todas maneras, si se siguen una por una sus líneas maestras, pueden verse reproducidas, más o menos adaptadas, en el saber transmitido.

Para perfilar con nitidez el ámbito de la investigación habrá que aclarar que ésta no va a tratar sobre la historia y evolución de la física en un periodo determinado, lo que nos situaría en una óptica histórica centrada en la ciencia. Tampoco va a indagar las posibilidades de la historia de la ciencia para una enseñanza más efectiva de la propia ciencia, lo que entraría de lleno en un terreno puramente didáctico. La investigación que vamos a emprender, por el contrario, va a introducirse en un campo mucho menos estudiado cual es el de la enseñanza de dicha disciplina en un ámbito y época pasada, lo que corresponde a una aproximación a los aspectos educativos del pasado dentro del marco de la historia de la ciencia.

La enseñanza de la física en el siglo XIX en España permanece escasamente estudiada. No faltan trabajos sobre la educación en general, sobre la legislación y organización escolar, o aquellos que tratan aspectos sociológicos de la educación. Las carencias se producen en parcelas afines a lo que actualmente llamamos didáctica de las ciencias, es decir, sobre el modo en que se llevaba a cabo la enseñanza de los contenidos de física que formaban los programas. Igualmente, y descendiendo a una temática más concreta, tampoco hemos encontrado estudios que, como el nuestro, traten de encontrar vínculos entre los instrumentos presentados por los manuales antiguos y los instrumentos encontrados procedentes de los antiguos gabinetes. Por tales motivos las aportaciones de nuestro trabajo podrían constituir una base sólida para progresar en el conocimiento de la enseñanza de la física en el pasado.

Puesto que la investigación emprendida no cae dentro de ningún patrón puramente didáctico, deberemos seguir metodologías diferentes a las habituales en este campo. Hoy día para realizar cualquier diagnóstico en el ámbito escolar basta con ir al aula y recoger datos diversos sobre alguna propuesta establecida previamente. ¿Cómo averiguar entonces lo que ocurría en el pasado? En tales casos podemos utilizar

determinadas fuentes históricas que proporcionan datos valiosos con los que puede reconstruirse, al menos parcialmente, la situación de la enseñanza en una época anterior.

Entre ellas y en primer lugar es fundamental conocer el desarrollo histórico de la disciplina, en nuestro caso la física, tal y como hemos hecho en el arranque de este capítulo. Este conocimiento permite establecer el marco de la investigación y sirve de guía a la misma. En un ámbito más general puede citarse la legislación de la época, que esboza el sistema educativo mostrando niveles, cursos y asignaturas, señalando materiales escolares (libros, aparatos), promoviendo instalaciones (gabinetes) e indicando problemas a corregir.

Igualmente disponemos de un recurso típicamente escolar como es el manual. No es difícil tener acceso a los manuales de física que se sucedían en España a lo largo del siglo XIX. Los manuales reflejan fielmente la idiosincrasia de la asignatura en cada época. De su estudio pueden deducirse características esenciales de su práctica en el aula (Choppin, 2000). Por último tenemos los instrumentos de gabinete. Estos sí son específicos de las ciencias experimentales y particularmente de la física. Pueden proporcionar datos acerca del grado de experimentalidad con que se impartía la materia y de la dinámica de los trabajos prácticos de laboratorio.

La investigación que nos proponemos llevar a cabo se centra en la implantación y desarrollo de la física experimental en España. Nos hemos situado para ello en el siglo XIX, extendiéndonos algo en el XX. En nuestro estudio vamos a prestar especial atención a dos elementos básicos que intervienen en la enseñanza de esta disciplina: los libros de texto, por la parte teórica, y los instrumentos, por la parte empírica.

Los libros de texto antiguos y el equipamiento de los laboratorios proporcionan un enfoque histórico de la materia entonces impartida, que vamos a utilizar como base de partida para el estudio de la enseñanza de la física en el siglo XIX y principios del XX. El estado de la física y las condiciones de su enseñanza pueden ser mostradas estudiando los manuales que entonces existían (Fernández, 2004). El análisis de los libros de texto permite reconstruir las prácticas de enseñanza y el papel cambiante que han jugado los instrumentos en las aulas de ciencias (Simón, 2005: 110).

Hay que decir que los manuales constituyen habitualmente la fuente más utilizada en el estudio de la enseñanza en el pasado. En nuestro caso, quizás lo más original es la atención concedida a otra de las fuentes, los instrumentos, cuyas

aportaciones pueden servir para completar de modo sustancial la investigación emprendida.

Tampoco debemos olvidar que la extraordinaria expansión de la ciencia en ese periodo debe mucho a la institucionalización de la enseñanza de las ciencias experimentales. Por este motivo tendremos muy en cuenta todos los aspectos legislativos y organizativos emanados de las altas instancias educativas.

1.4 MANUALES E INSTRUMENTOS ANTIGUOS COMO PARTE DEL PATRIMONIO

Se han citado antes cuatro fuentes de las que vamos a hacer uso en nuestra investigación: la historia, la legislación, los manuales y los instrumentos. Lo que hace especial a las dos últimas es que constituyen objetos tangibles y, además, se refieren específicamente a la disciplina objeto de estudio, la física. Conviene, entonces, no perder de vista que estas dos, es decir, manuales e instrumentos antiguos, forman parte del patrimonio científico e industrial de cualquier país. En el caso del nuestro, el desinterés ha sido lamentablemente la actitud habitual por parte de la Administración y las Instituciones, lo que ha acarreado una absoluta carencia de medios para su estudio y conservación. En el momento actual parece que, al fin, comienza a adquirirse una cierta conciencia del problema y, por tanto, de la necesidad de preservar el patrimonio.

Con esta idea se fundó en Madrid en 1980 el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (aún no se encuentra operativo), en la misma línea que el Conservatoire des Arts et Métiers (fundado en 1794), el Science Museum de Londres (1857), el Deutsches Museum de Munich (1906), o el Museo di Storia della Scienza de Florencia (actual Museo Galileo, 1927). El Museo de Madrid se une a otras instituciones museológicas existente en nuestro país, que aunque funcionan en mejores condiciones, sus colecciones no tienen la riqueza y el valor histórico de las de éste.

La situación de los centros de enseñanza no ha sido muy diferente. Cierta atención se ha prestado a los archivos históricos y bibliotecas. Sin embargo, no ha ocurrido lo mismo en lo que se refiere al material antiguo de los gabinetes de historia natural, física y química de institutos y universidades. Pasada una época oscura en la que se perdieron colecciones enteras, sería engañoso pensar que la situación ha

cambiado. Lo que ocurre es que al haber menos que conservar, el ritmo de expoliación se ha ralentizado.

Por fortuna, como decíamos, comienzan a aparecer iniciativas encaminadas a la adecuada valoración y conservación de estos testigos del pasado. Así, en cuanto al patrimonio bibliográfico tenemos que destacar el proyecto MANES (Manuales Escolares) que desde los años 90 y siguiendo su equivalente francés ENMANUELLE, se dedica al estudio de los manuales escolares empleados en España e Iberoamérica (Tiana, 2000). Sus primeros pasos consistieron en la localización, en un vasto número de bibliotecas y centros de documentación, de manuales de los siglos XIX y XX, la elaboración de fichas bibliográficas y el volcado de esta información en una base de datos (Somoza, 2007).

En el caso de los fondos bibliográficos de universidades e institutos la situación actual es netamente mejorable. Desde el año 2007 se han celebrado tres Jornadas sobre el Patrimonio de los Institutos Históricos¹ que han dejado patente la necesidad urgente de medios materiales y humanos para la conservación de las bibliotecas y archivos que existen en estos centros.

Por lo que toca a los instrumentos empleados en investigación y enseñanza de las ciencias experimentales, deben reseñarse diversos trabajos y proyectos encaminados a ofrecer un primer conocimiento de estas colecciones (Simón y otros, 2005). Cabe citar al respecto los catálogos de Patrimonio Científico de la Universidad de Valencia (Bertomeu, 2002), Complutense de Madrid², Facultad de Farmacia de Granada (Thomas, 2003), Facultad de Física de la Universidad Complutense (Sebastián, 2000), Universidad de Sevilla (López Díaz, 2005) y Universidad de Granada (Sánchez, 2007). Esta última ha propiciado además un acercamiento de carácter divulgativo de su patrimonio científico y tecnológico mediante la publicación de un monográfico (Gago y Giménez, 2007).

Otra iniciativa emanada de las Jornadas sobre el Patrimonio es la difusión del importante patrimonio instrumental de estos centros. Al mismo tiempo que se denuncia la situación de abandono en que se encuentran las colecciones, se reclaman a la Administración medios económicos y humanos (conservadores, restauradores, bibliotecónomos, etc) para su preservación.

¹ El término Instituto Histórico hace referencia a aquellos centros fundados, en su mayor parte tras la implantación de la Ley Pidal (1845).

² Los resultados de este trabajo se pueden consultar en

En cualquier caso, la primera acción a acometer en el estudio del patrimonio de un centro de enseñanza ha de estar encaminada al conocimiento del contenido de sus colecciones, lo que conduce a la realización de inventarios rigurosos. Hemos llevado a cabo anteriormente un trabajo de esta clase en la Universidad de Granada (2003-2008), incluyendo otras colecciones como la colección Giménez Yanguas y la colección de instrumentos del I.E.S. “Padre Suárez”.

1.5. INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN

Una vez trazado el panorama general del campo que va a ser estudiado, descendemos a puntos clave concretos y nos planteamos algunos interrogantes de investigación que exponemos seguidamente.

- ¿Cuáles son los factores que definen el carácter experimental de la enseñanza de la física? ¿Qué elementos metodológicos aporta?
- ¿Qué diferencias distinguen a los manuales de física escolástica y física experimental?
- ¿Qué eco tiene la física experimental en España? ¿Con qué respaldos cuenta?
- ¿Cómo surgen los gabinetes en los centros de enseñanza? ¿De dónde proceden sus instrumentos?
- ¿Qué elementos discursivos emplean los manuales en la exposición de un instrumento?
- ¿Qué tipo de iconicidad emplean los manuales para presentar los instrumentos? ¿Evoluciona con el tiempo?
- ¿Puede medirse el grado de experimentalidad de un manual?
- ¿Cómo pueden clasificarse los instrumentos de gabinete? ¿A qué tipologías responden?
- ¿Puede hablarse de tipología de una colección de instrumentos? ¿Habrá diferentes tipologías que marquen la distinción entre unas colecciones y otras?

En el transcurso de este trabajo vamos a tratar de dar respuesta a los interrogantes que acaban de ser planteados. Por lo pronto, vamos a tenerlos en cuenta en la exposición de los objetivos, que se refieren a las finalidades perseguidas al abordar un campo de estudio hasta ahora poco o nada conocido.

1.6. OBJETIVOS

La finalidad primigenia de este trabajo es la de investigar la enseñanza de la física en el siglo XIX y principios del XX en España y, particularmente, la irrupción del enfoque experimental. Este enfoque creó conciencia de la necesidad de un cambio en los métodos de enseñanza, coherente con la nueva orientación de la disciplina. Surgieron entonces, impulsados oficialmente aunque con gran escasez de recursos, los gabinetes en los centros de enseñanza. En consecuencia van a estudiarse los manuales de la época que son los encargados de transmitir la nueva orientación, así como la aparición y desarrollo de los gabinetes de física. La atención va a centrarse, más que en la institución (el gabinete), en los instrumentos de que disponía, los cuales eran indispensables para llevar a cabo una enseñanza más práctica.

Establecida pues esta finalidad general, vamos a detallarla en varios objetivos más concretos. Nos proponemos pues:

Objetivo 1) Profundizar en las diferencias entre la física escolástica y la física experimental.

Objetivo 2) Esclarecer el contexto en que surge y se consolida la física experimental en España.

Objetivo 3) Estudiar la problemática del surgimiento de los gabinetes de física en los centros de enseñanza en España.

Objetivo 4) Analizar los manuales de física que se utilizaron en España desde principios del siglo XIX hasta las primeras décadas del siglo XX y estudiar el relieve concedido en ellos a los instrumentos científicos como principal factor del experimentalismo.

Objetivo 5) Analizar en manuales la presentación de los instrumentos, así como las ilustraciones de los mismos.

Objetivo 6) Valorar la utilidad de los manuales antiguos y colecciones de instrumentos como fuente de información sobre aspectos de la enseñanza de la física en el pasado.

Objetivo 7) Establecer con base a factores objetivos algún índice que permita dar idea del grado de experimentalidad de un manual.

Objetivo 8) Determinar el material instrumental de colecciones de gabinete. Idear un sistema de categorización que permita clasificarlo con criterios didácticos. Comprobar la adaptación del citado sistema a dicho material.

Objetivo 9) Estudiar características comunes y diferenciales entre colecciones de instrumentos. Comprobar si hay patrones tipológicos generales a los que pueden ajustarse las colecciones.

Objetivo 10) Catalogar y estudiar en el caso concreto del IES. “P. Suárez” el material de época que existió y se conserva. Comprobar si los datos recogidos corroboran las propuestas emitidas.

1.7. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

El propósito principal de la investigación es estudiar la enseñanza de la física en el pasado, así como los manuales y gabinetes al servicio de ella. Por consiguiente, se va a tratar de establecer vínculos entre el material descrito y el material real, esto es, entre manuales y gabinetes. De los primeros extraeremos las referencias que sirvan para el análisis y evaluación de los últimos, en el sentido de poder establecer la calidad de éstos, no con criterio cuantitativo, sino por la presencia o ausencia de determinados instrumentos que se señalan en los manuales como fundamentales.

Así pues, disponemos de dos fuentes primarias esenciales para el estudio de la enseñanza de la física en el pasado: los libros de texto de la época y el material experimental que se usó. La diferencia es que los primeros han llegado hasta nosotros sin grandes problemas. Con más o menos dificultades se puede acceder a ellos conociendo su ubicación en alguna biblioteca especializada. En cambio los segundos raramente han sobrevivido al impacto combinado de la falta de cuidados, el desentendimiento y el olvido, habiendo desaparecido la mayor parte de ellos. Y esto es grave porque, a diferencia de los manuales, lo que es realmente valioso a efectos de recabar datos sobre la enseñanza de la física en el pasado más que la individualidad del instrumento, es la colección de los mismos. Para suplir esta carencia vamos a recurrir a otras fuentes primarias como la legislación de la época, inventarios de archivo y catálogos de fabricantes. Pero aún en el caso más favorable de que se conserve buena parte de una colección, nos veremos obligados a efectuar una labor previa de catalogación, antes de poderla utilizar como fuente de nuestra investigación.

Conviene aclarar que la metodología se refiere al modo de llevar a cabo la investigación y el plan de trabajo, al conjunto de tareas que componen la investigación encaminadas a alcanzar los objetivos fijados. Puesto que en la práctica van estrechamente ligados, vamos a considerarlos conjuntamente. La disposición adoptada es ir señalando cada objetivo y a continuación la metodología y el plan de trabajo elegidos.

- **Objetivo 1:** Profundizar en las diferencias entre la física escolástica y la física experimental.

* Para ello se compararán manuales de estas diversas tendencias.

- **Objetivo 2:** Esclarecer el contexto en que surge y se consolida la física experimental en España.

* Para ello se recurrirá a la historia de la ciencia y a la legislación española de la época.

- **Objetivo 3:** Estudiar la problemática del surgimiento de los gabinetes de física en los centros de enseñanza en España.

* Para ello se buscarán decretos y otros documentos oficiales emanados de las autoridades educativas.

- **Objetivo 4:** Analizar los manuales de física que se utilizaron en España desde principios del siglo XIX hasta las primeras décadas del siglo XX y estudiar el relieve concedido en ellos a los instrumentos científicos como principal factor del experimentalismo.

* Para ello se elegirá una serie de libros-clave, significativos y en español (o con repercusión en España), extendidos a lo largo de todo el periodo, localizándose los instrumentos presentados.

- **Objetivo 5:** Analizar en manuales la presentación de los instrumentos, así como las ilustraciones de los mismos.

* Para ello se estudiarán las exposiciones, se determinarán las categorías presentes y se extraerán consecuencias. Igualmente, se estudiarán los tipos de ilustraciones y tratarán de ponerse en relación con su tendencia experimentalista.

- **Objetivo 6:** Valorar la utilidad de los manuales antiguos y colecciones de instrumentos como fuente de información sobre aspectos de la enseñanza de la física en el pasado.

* Para ello se establecerá la orientación de los manuales y se tratará de localizar en cada uno datos que apunten a determinadas metodologías seguidas o estrategias de enseñanza

habitualmente utilizadas. Con el mismo fin se analizarán también las colecciones de instrumentos.

- **Objetivo 7:** Establecer con base a factores objetivos algún índice que permita dar idea del grado de experimentalidad de un manual.

* Para ello se determinarán qué factores pueden ser los responsables y se cuantificarán para cada manual.

- **Objetivo 8:** Determinar el material instrumental de colecciones de gabinete. Idear un sistema de categorización que permita clasificarlo con criterios didácticos. Comprobar la adaptación del citado sistema a dicho material.

* Para ello se buscarán inventarios de instrumentos de gabinetes o se acometerá la tarea de inventariado si fuera el caso. Se identificarán los instrumentos con la ayuda de manuales y catálogos de fabricantes, y serán categorizados, viendo la idoneidad del esquema de clasificación.

- **Objetivo 9:** Estudiar características comunes y diferenciales entre colecciones de instrumentos. Comprobar si hay patrones tipológicos generales a los que pueden ajustarse las colecciones.

* Para ello se recogerán los inventarios de colecciones diversas, se catalogarán y se compararán sus tipologías más características. La misma catalogación se hará con los instrumentos que aparecen en los manuales, comparándose con las de los instrumentos de las colecciones.

- **Objetivo 10:** Catalogar y estudiar en el caso concreto del IES. “P. Suárez” el material de época que existió y se conserva. Comprobar si los datos recogidos corroboran las propuestas emitidas.

* Para ello emprenderemos la tarea de catalogar los instrumentos antiguos del IES “P. Suárez” que existen en la actualidad. Trataremos de estimar la cuantía de las pérdidas comparando con inventarios de la época. Estableceremos la tipología de los instrumentos, que se comparará con la de otros institutos históricos.

En la tabla siguiente aparece resumidamente lo que acaba de ser expuesto.

OBJETIVOS	METODOLOGÍA / PLAN DE TRABAJO
1. Física escolástica / Física experimental...	Se compararán manuales de diversas tendencias
2. Contexto física experimental...	Se recurrirá a la historia y a la legislación española de la época
3. Surgimientos gabinetes...	Se estudiarán documentos históricos y legislación
4. Los instrumentos en manuales...	Se elegirán libros-clave extendidos a lo largo del periodo y se localizarán los instrumentos que aparecen
5. Presentación de instrumentos e ilustraciones en manuales...	Se determinarán las categorías de exposición y tipo de ilustraciones y se pondrán en relación con la tendencia experimentalista
6. Manuales e instrumentos como fuente de la enseñanza practicada...	Se estudiarán los manuales y la colecciones para localizar datos sobre la enseñanza practicada en la época
7. Experimentalidad de un manual...	Se determinarán algunos factores responsables y se cuantificarán para cada manual

8. Clasificación de instrumentos...	Se buscarán inventarios de colecciones que serán clasificados con criterios didácticos. Se comprobará la idoneidad de lo hecho
9. Comparación entre colecciones de instrumentos...	Se compararán las tipologías de varias colecciones, así como las de instrumentos de manuales. Se extraerán consecuencias.
10. Estudio de caso: IES “P. Suárez”...	Se catalogará el material existente, previo inventariado. Se estudiará si los datos recogidos corroboran los resultados anteriores

Tabla 1.1. Relación esquemática de los objetivos con la metodología y plan de trabajo.

1.8. PRESENTACIÓN DEL DESARROLLO DEL TRABAJO

Esta investigación se ha estructurado en diversos capítulos donde va a exponerse con detenimiento el desarrollo del plan de trabajo que acabamos de señalar. Vamos a presentar en esquema dichos capítulos y comentarlos muy brevemente.

En el presente capítulo 1, una vez planteado el problema y delimitado el campo de nuestra investigación, se han establecido los objetivos y, en consecuencia, se ha definido una metodología y trazado un plan de trabajo donde se especifican las tareas que vamos a seguir para alcanzar dichos objetivos.

En el capítulo 2 se dibuja el contexto histórico en el que se desenvuelve la nueva física en España, incidiendo particularmente en las disposiciones oficiales que refuerzan la consolidación de la disciplina y el consiguiente surgimiento de los gabinetes en los centros de enseñanza. También hay lugar para referirse al contexto disciplinar, donde se estudia en qué consiste en esencia el cambio de orientación. Para ello se comparan manuales de cronología diferente.

El capítulo 3 se centra en la problemática de los libros de texto y de los gabinetes en la España de la época. En cuanto a los primeros se detalla la situación

inicial de listas oficiales y su evolución hacia la libertad de textos. En cuanto a los segundos se estudian los instrumentos propuestos por las instancias oficiales y los graves obstáculos que surgen para su adquisición, debido a la casi total ausencia de fabricantes en nuestro país. Se incluyen unas primeras consideraciones con relación a la enseñanza de la física en los centros, derivadas de la documentación recogida, y que sirven para reconstruir la enseñanza de la época.

El capítulo 4 realiza un estudio completo acerca de los instrumentos en los manuales. Incluye la forma en que son expuestos, identificando los elementos utilizados. Se lleva a cabo un análisis iconográfico completo sobre diez manuales, espaciados temporalmente y que cubren el periodo estudiado. Prosigue el análisis de la misma muestra, identificando factores que pueden influir en el carácter experimental del manual y proponiendo un índice numérico que define tal carácter. Termina el capítulo calculando el índice de experimentalidad de los manuales y extrayendo consecuencias.

En el capítulo 5 se retoma pormenorizadamente la temática de los instrumentos. Se propone un esquema de clasificación con base didáctica que se adapta bien a las colecciones. El esquema se prueba no sólo sobre los instrumentos de gabinete sino también sobre los instrumentos de manuales. Aplicando el esquema a colecciones de centros escolares, centros de investigación y de manuales, se constatan tipologías diferentes. Se extraen a continuación conclusiones sobre la enseñanza de la disciplina.

El capítulo 6 se dedica a un estudio de caso: la colección del I.E.S. “P. Suárez” de Granada. Tras un avance histórico, se indica el modo en que se ha inventariado la colección. Cumplida esta primera etapa, se describe el instrumental que la compone y se clasifica con arreglo a las categorías anteriormente utilizadas. La colección se compara con otras semejantes y se extraen conclusiones.

El capítulo 7 termina la investigación exponiendo las conclusiones generales del trabajo realizado y estableciendo las oportunas conexiones entre dichas conclusiones y los objetivos inicialmente marcados.

El trabajo se cierra, como es habitual, con la bibliografía, a la que siguen numerosos Anexos, que recogen listas de datos a los que se hace referencia a lo largo de los capítulos anteriores.

CAPÍTULO 2

CONTEXTO HISTÓRICO. LA IRRUPCIÓN DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL EN ESPAÑA

2.1. LA NUEVA FÍSICA

La enseñanza de la física en el siglo XIX se vuelca, como la propia disciplina, en su vertiente empírica. En este siglo es cuando se impone plenamente la llamada física experimental abandonando los aspectos más o menos filosóficos y especulativos que aún pervivían en lo que se entendía por física en el siglo XVIII (Buchwald y Hong, 2003: cap.6).

Aclaremos que cuando se habla de física escolástica y de física experimental nos situamos en el ámbito educativo, es decir, estos enfoques son maneras de entender la física y, sobre todo, su enseñanza. Otra cosa diferente es el ámbito de la investigación científica. La manera de elaborar el conocimiento, establecida principalmente por Galileo y Newton, sigue un método hipotético-deductivo (Bunge, 1973: cap.2).

En efecto, la realización de experiencias con el apoyo de instrumentos y aparatos para la comprobación de un determinado modelo físico, forma parte del legado de Galileo (1564-1642) a la posteridad (Matthews, 2000: cap.5). La ciencia moderna, amplía sus conocimientos a través del método científico que emplea una vía experimental para demostrar la veracidad de sus argumentos. El material instrumental empleado por los pioneros de la ciencia moderna fue desde luego muy sencillo en comparación con el que va a ser utilizado en el siglo XVIII y sobre todo en el XIX.

El carácter experimental va impregnando la física y también, aunque con más dificultades, su enseñanza. En el siglo XVIII ya se advierte el carácter empírico que va tomando la disciplina (Ten, 1991) y, como consecuencia, particularmente desde fines de siglo se incrementa la construcción de instrumentos. Sobre todo los relacionados con la óptica, que pasan a ser objeto de estudio en sí mismos, según reflejan los tratados de la época. A lo largo del siglo de la ilustración, la física se va desentendiendo gradualmente de asuntos más

relacionados con la filosofía o la teología (el ente natural, los cuatro elementos, etc.) y se centra en lo palpable y ponderable. Esta tendencia termina poniendo el acento en los aspectos útiles de la ciencia (Sánchez Ron, 1992: 52)

Poco a poco se desarrolla el corpus teórico de las ramas más investigadas, como electricidad, magnetismo, luz y calor, que dan explicación de los resultados experimentales obtenidos. A su vez el diseño y construcción de refinados y sutiles instrumentos de medida posibilita el tratamiento cuantitativo de los resultados y facilita el establecimiento de modelos matemáticos teniendo como guía la mecánica de Newton. Este campo del saber conocido inicialmente como filosofía natural desemboca en el siglo XIX en una física puramente experimental. Quedan desterradas todas aquellas interpretaciones de base escolástica e impregnadas de teología, aunque en España esta tendencia se prolonga hasta bien avanzado el siglo XIX (Moreno, 1988).

Los manuales reflejan la nueva forma de entender la física. La exposición de los fenómenos en los textos liga íntimamente la explicación teórica con la comprobación experimental que sigue inmediatamente. Esta forma de exposición está ya presente hacia mediados del siglo XVIII en tratados pioneros como las *Lecciones de Physica experimental* del abate Nollet (1757): se presenta un fenómeno o una ley física y a continuación se incluye su comprobación experimental mediante el uso de los instrumentos apropiados. Esta forma de proceder, en que cada “proposición” es seguida por una “experiencia” que la prueba, puede contemplarse en el siguiente fragmento del índice de dicho tratado.

- V. *Proposicion.* Los líquidos exercitan su presión, así perpendicular, como lateral, no à proporción de su cantidad, sino à razón de su altura sobre el plano horizontal, y de lo ancho de la base, en que estrivan. Pag. 212.
- VII. Exp. que prueba esta Proposicion. *Ibid.*
- Sec. II. De la gravedad, y equilibrio de varios líquidos de diferentes densidades. Pag. 224.
- I. *Proposicion.* La diferencia del peso, ò de la densidad de dos líquidos mezclados, basta para separarlos uno de otro, con tal, que no haya alguna causa mas fuerte, que lo impida. Pag. 225.
- I. Exp. Prueba de lo dicho. Pag. 226.
- II. Exp. Prueba lo mismo. Pag. 227.
- II. *Proposicion.* Muchos líquidos, ò fluidos de diferente naturaleza pesan unos sobre otros à proporción de su densidad, y de su altura. Pag. 232.
- III. *Proposicion.* Dos líquidos de diferente densidad están en equilibrio, si, teniendo la misma base sus alturas perpendiculares al horizonte, están en razón recíproca de sus densidades, ò gravedades específicas. *Ibid.*
- III. Exp. en que se compara una columna de azogue con otra de agua. Pag. 233.
- IV. *Proposicion.* El ayre es un fluido pesado, que
excr-

(Nollet, 1757: 386)

Nollet muestra también otra característica que será ya habitual en el siglo siguiente: la atención prestada a la descripción de los instrumentos haciendo uso de figuras y grabados. En su obra *Programme ou Idée Générale d'un Cours de Physique Expérimentale avec un catalogue raisonné des instruments qui servent aux expériences* (1738), expone sistemáticamente todos los instrumentos necesarios para el estudio de la física experimental. Tras el índice se muestra el siguiente esquema.

CATALOGUE des Instruments de Physique. Avis, Advertisement,
PREMIERE CLASSE D'INSTRUMENTS. Pour les expériences sur le
mouvement, sur la pesanteur & sur l'équilibre des corps solides,
II. CLASSE. Pour les expériences sur le mouvement, sur la pesanteur & sur
l'équilibre des liqueurs,

- III. CLASSE. *Pour les expériences sur l'Air,*
- IV. CLASSE. *Pour les expériences sur le Feu,*
- V. CLASSE. *Pour les expériences sur la lumière, & sur les couleurs,*
- VI. CLASSE. *Pour les expériences sur l'Aiman,*
- VII. CLASSE. *Instruments de Cosmographie,*
- VIII. CLASSE. *Instruments de Météorologie,*

En su última obra, *L'art des expériences, ou, Avis aux amateurs de la physique* (1770), Nollet comenta el modo de utilización de cada instrumento, sus tipos e incluso el proceso de construcción del mismo. Detalla minuciosamente los materiales empleados (madera, metales, vidrio, marfil, barnices, etc.) proporcionando medios para escoger los más adecuados a sus propósitos. También aporta información acerca del uso de herramientas y de la forma de trabajar cada material específico. La exposición viene complementada por láminas desplegables con dibujos detallados. Los diseños propuestos por Nollet para muchos instrumentos se mantendrán prácticamente intactos durante más de ciento cincuenta años (espejos de anamorfosis, ojo artificial, bombas, microscopio solar, pirómetro, campanario eléctrico, eolipila, péndulo de viscosidad, etc.) y algunos de ellos perviven incluso en la actualidad.

No es casual por tanto que sea en el XIX cuando se incremente la fabricación de instrumentos científicos destinados a la enseñanza y aparezca la producción en serie. Surgen las casas comerciales que hoy conocemos y cuyos productos se vendieron en toda Europa. Se construyen en serie multitud de instrumentos pensados expresamente para la enseñanza, que ya no se entiende como una mera exposición de fenómenos justificados filosóficamente. En los gabinetes escolares se trata de llevar a la práctica los fenómenos objeto de estudio, ejercitar la medida y comprobar empíricamente la teoría.

Todo lo dicho hasta aquí hay que entenderlo desde luego como la pauta que marcan los países más avanzados. Si nos situamos en el contexto español la situación varía sustancialmente. Aquí la física experimental, salvo excepciones puntuales, no comienza a ser una disciplina realmente cultivada y enseñada hasta mediados del siglo XIX, lo mismo que la implantación de un verdadero tejido industrial, íntimamente relacionado con el progreso de las ciencias (Sánchez Ron, 1992 y 1999: cap3). La agitada historia de la España del siglo XIX, comenzando

396 *Indice.*

Cap. 5. De la posibilidad , i existencia del vacío. 100.

Cap. 6. Del cuerpo natural en cuanto está en tiempo. 112.

Cap. 8. Del cuerpo natural en cuanto es continuo. 119.

Cap. 9. Del cuerpo natural en cuanto comprimido , i tenso, raro, i denso, i de la virtud elastica. 132.

Cap. 10. Del cuerpo natural en cuanto es grave, i leve. 141.

Cap. 11. Del cuerpo natural en cuanto es diáfano , i opaco , lucido , i colorido. 149.

Cap. 12. Del cuerpo natural en cuanto sonoro. 162.

Cap. 13. Del cuerpo natural en cuanto ojoroso, i sabroso. 170.

Cap. 14. Del cuerpo natural en cuanto es tocable. 176.

Libro III. Del cuerpo natural en particular. 193.

Cap. 1. Del mundo en general. 194.

Cap. 2. Del Cielo, i cuerpos celestes. 203.

Cap. 3. Del sistema del mundo. 213.

Cap. 4. De la Esfera, i Astros en particular. 217.

Cap. 4. De la verosimilitud del calculo Astronomico. 251.

Cap. 5. De los influjos celestes. 257.

Cap. 6.

Indice. 397

Cap. 6. De los elementos. 268.

Cap. 7. Del fuego, aire, agua, i tierra. 284.

Libro IV. De la generacion , i corrupcion de los mistos, i compuestos. 299.

Cap. 1. De la generacion en general. 300.

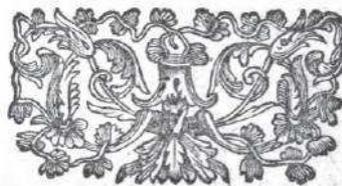
Cap. 2. De la generacion de los mistos imperfectos, que llaman meteoros. 315.

Cap. 3. De la generacion de los minerales, piedras, i metales. 339.

Cap. 4. De la generacion de los vegetables. 369.

Cap. 5. De la generacion de los sensibles. 383.

F I N.



TRATADO ELEMENTAL

DE

FÍSICA,

ESCRITO EN FRANCÉS

por Mr. F. S. Beudant

Miembro de la Academia de Ciencias, caballero de la Legion de Honor, y
profesor de mineralogía de la facultad de Ciencias de Paris.

TRADUCIDA AL CASTELLANO

POR

Don *Nicolas Arias*

SEGUNDA EDICION.

MADRID IMPRENTA DE ARIAS 1839.

INDICE.

	Página.
INTRODUCCION.	VII
LIBRO PRIMERO. Nociones preliminares y fenómenos generales.	
CAPITULO 1.º Caracteres generales de los cuerpos y de sus diferentes estados	1.
II Nociones generales sobre el equilibrio y el movimiento	5.
III Estática.	8.
IV Dinámica.	18.
V Gravitacion.	29.
VI Atraccion de cohesion.	58.
VII Id. de combinacion.	62.
LIBRO SEGUNDO. Cuerpos sólidos.	
SECCION 1.ª Propiedades de los cuerpos sólidos.	
Cap. I Figura de estos cuerpos:	65.
II Porosidad de los cuerpos sólidos.	73.
III Impenetrabilidad.	78.
IV Divisibilidad de los cuerpos sólidos.	79.
V De la ductilidad.	81.
VI Estensibilidad de los cuerpos no ductiles.	85.
VII Flexibilidad.	86.
VIII Compresibilidad.	89.
IX Elasticidad.	93.
X Dureza.	100.
XI Tenacidad.	104.
SECCION 2.ª Movimiento de los cuerpos sólidos.	
Cap. XII Movimiento de los cuerpos sólidos al rededor de sus centros de inercia.	129.
XIII Del choque de los cuerpos sólidos.	123.
XIV Rozamiento.	135.
XV Movimientos vibratorios de los cuerpos sólidos ó primer principio de Acustica.	139.
LIBRO TERCERO. Cuerpos líquidos.	
SECCION 1.ª Propiedades de los líquidos.	
Cap. I Figura de estos cuerpos.	161.
II Porosidad.	163.
III Impenetrabilidad.	idem.
IV Compresibilidad.	165.
V Elasticidad.	166.
VI Adhesion de los líquidos á los diferentes cuerpos.	168.
SECCION 2.ª Equilibrio de los cuerpos líquidos.	
VII Presion de los líquidos sobre las paredes de los vasos que les contienen.	170.
VIII Efectos de la presion de los líquidos sobre los cuerpos que se sumergen en ellos.	176.
IX Cuerpos flotantes.	177.
X Ascenso y depresion de los líquidos al rededor de los cuerpos que se sumergen en ellos ó capilaridad.	184.
SECCION 3.ª Movimiento de los líquidos.	

Cap. XI	Experimentos y consideraciones fundamentales.	187
XII	Salida de un líquido por un orificio hecho en pared delgada.	189
XIII	Salida por caños ó tubos adicionales.	197
XIV	Presion de los líquidos en movimiento sobre las paredes de los tubos.	193
XV	Surtidores.	165
XVI	Corrientes ó salida por canales.	195
XVII	Accion erosiva de las aguas sobre el fondo y orillas de los canales y rios.	199
XVIII	Choque y resistencia de los líquidos.	202
XIX	Movimientos oscilatorios y vibratorios de los líquidos.	207
LIBRO CUARTO <i>Fluidos aeriformes ó gases.</i>		
SECCION 1. ^a <i>Propiedades de los fluidos aeriformes.</i>		
Cap. I	Figura y porosidad.	210
II	Impenetrabilidad.	211
III	Compresibilidad.	213
IV	Elasticidad.	214
V	Pesantez de los fluidos aeriformes.	220
SECCION 2. ^a <i>Equilibrio de los fluidos aeriformes.</i>		
Cap. VI	Accion de los fluidos aeriformes sobre las paredes de los vasos que los contienen.	222
VII	Presion de la atmosfera en la superficie de la tierra y sus efectos.	224
VIII	Cuerpos flotantes en la atmosfera.	231
IX	Constraccion del barómetro para operaciones exactas y medicion de alturas con este instrumento.	234
SECCION 3. ^a <i>Movimientos de los fluidos aeriformes.</i>		
X	Causas del movimiento de los fluidos aeriformes.	242
XI	Choque y resistencia de los fluidos aeriformes.	244
XII	Movimientos vibratorios de id.	247
	<i>Introduccion al estudio de los fluidos incoercibles.</i>	257
LIBRO QUINTO. <i>Del calórico.</i>		
Cap. I	Fenómenos del calórico radiante.	260
II	Equilibrio de temperatura entre los cuerpos en contacta.	
	Propagacion del calórico por intermedio de los cuerpos.	264
III	Dilatacion y contraccion de los cuerpos por la mudanza de temperatura.	268
IV	De la absorcion del calórico durante la dilatacion de los cuerpos. Desprendimiento de este fluido mientras la condensacion.	283
V	Del calórico combinado.	286
VI	Capacidad para el calórico. Calórico específico.	301
LIBRO SESTO <i>De la luz.</i>		
Cap. I	De la luz directa ó de la Optica.	306
II	Fenómenos de la refraccion de la luz ó Dioptrica.	312
III	Del ojo y la vision.	323
IV	Fenómenos de la luz reflexada ó conytrica. su utilidad	331

	473
V De la doble refraccion.	340
VI Polarizacion fija de la luz.	343
VII Polarizacion movil.	348
VIII Descomposicion de la luz blanca en rayos coloreados.	353
IX De la opacidad y colorido de los cuerpos.	353
X Instrumentos Opticos.	366
XI Origen de la luz.	374
LIBRO SETIMO. De la electricidad.	
CAPITULO. I. Medios de producir la virtud electrica.	377
II Hipotesis de los fluidos electricos y propiedades que se les atribuyen.	379
III Distribucion del fluido electrico en los cuerpos.	385
IV Accion de los cuerpos electricos sobre los que permanecen en estado natural.	379
V Fenómenos de la electricidad acumulada.	394
VI Electricidad producida por el contacto de diversas sustancias ó galbanismo.	398
VII Electricidad producida por el calor.	405
VIII Electricidad de los pescados.	407
IX Del rayo.	408
X Efectos de la electricidad sobre la economía vegetal y animal	411
XI Fenómenos de las corrientes electricas.	413
XII Fenómenos del iman.	422
XIII Magnetismo del globo terrestre.	429
ADICIONES.	433

El mero examen de los índices de ambos libros corrobora las profundas diferencias que existen entre ellos. No hay necesidad de introducirse en los capítulos para apreciar que el primero es, en esencia, una ontología en torno al “cuerpo natural”, mientras que el segundo es, sobre todo, una fenomenología que centra su atención en cuerpos que protagonizan estos fenómenos, en condiciones lejos de las naturales, y en los agentes físicos que también intervienen en ellos.

La estructura de la obra de Berni recuerda mucho a un tratado de filosofía. La organización de libros y capítulos se hace según esos esquemas. El libro I (“Del cuerpo natural en general”) está constituido por capítulos que siguen la temática y terminología escolástica: materia, forma, accidentes, modos. A continuación, el libro II trata sobre “las propiedades generales del cuerpo natural”. Aquí, que podría haberse despegado del nivel especulativo, prosigue su recorrido por problemas típicamente filosóficos: “el cuerpo natural como causa” (cap.1), “el cuerpo natural en cuanto es extenso, finito, o infinito” (cap.3), “en cuanto está en un lugar” (cap.4). Otros capítulos se aproximan algo al nivel observacional, pero la temática en buena parte de ellos sigue siendo aristotélica: por ejemplo, “el cuerpo natural en cuanto es grave y leve” (cap.10). Y si algún capítulo roza cuestiones de tipo empírico, como “el cuerpo natural en cuanto sonoro” (cap.12), “oloroso y sabroso” (cap.13), o “tocable” (cap.14), el desarrollo de los mismos es coherente con los principios filosóficos de la escolástica.

En cuanto a los dos libros restantes, el libro III proporciona una visión sobre astronomía, muy ligada a la física en la época. Por su parte, el libro IV (“De la generación y corrupción de los mixtos i compuestos”) se centra en lo que hoy día llamamos química, aunque sostenida sobre esquemas y conceptos puramente aristotélicos: la generación y la corrupción son las bases explicativas del cambio sustancial.

Pasando ahora a la obra de Beudant, vemos que ya se apuntan claramente los núcleos de contenidos propios de la física actual. La obra está estructurada en varios libros (sólidos, líquidos, gases) dedicados más que a cuerpos, a condiciones comunes en que pueden encontrarse los cuerpos y que les producen propiedades semejantes. Estas condiciones son buscadas artificialmente (p.ej. líquidos sometidos a presión). Otros varios libros giran en torno a los agentes físicos, como el calor (lib.V), la luz (lib.VI) y la electricidad (lib.VII). Lo más importante es que la mayor parte de los fenómenos estudiados son, en mayor o menor medida, provocados artificialmente por ellos. Se exponen los variados fenómenos que producen dichos agentes (p.ej. “fenómenos del calórico radiante”, “fenómenos de la electricidad acumulada”, “polarización fija de la luz”). De todos modos siempre quedan rastros del pasado. Así por ejemplo, se tratan las propiedades generales de los cuerpos y se exponen en once capítulos: la figura, porosidad, impenetrabilidad, divisibilidad, etc.

Un rasgo diferencial que ofrece en el Beudant es la atención prestada a los instrumentos y su utilización, por ejemplo “Construcción del barómetro para operaciones exactas y medición de alturas con este instrumento” (lib.IV, cap.IX). En consecuencia, no es de extrañar su afán por destacar lo experimental, por ejemplo, “Movimientos de los líquidos. Experimentos y consideraciones fundamentales” (lib.III, cap.XI).

2.3. LA NUEVA FÍSICA EN ESPAÑA. EL CONTEXTO INSTITUCIONAL

Los prolegómenos

Durante el siglo de la ilustración se fundan en España una serie de instituciones que funcionaron al margen de las universidades, blindadas en aquel tiempo a la penetración de los nuevos saberes que se difundían por toda Europa, y

que tratan de introducir la física experimental en el ámbito científico y cultural de la sociedad (Lafuente y Peset, 1988). Entre estos centros se encontraban las Escuelas y Academias militares, que incluían la formación de los futuros ingenieros, como el Colegio de Artillería de Segovia (1762), en cuyo seno se desarrolló el Real Laboratorio de Química (1784), a cargo de Luis Proust hasta 1799 (Capitán, 2002), o instituciones dependientes de la Armada como la Academia de Guardias Marinas de Cádiz (1717).

Las academias de Ciencias Naturales, entre las que destaca la de Barcelona (fundada en 1770), (Moreno, 1988: 423) tuvieron también el máximo interés en el desarrollo de las ciencias experimentales desde una óptica renovada acerca de la función y utilidad de la ciencia. Las Sociedades económicas de amigos del País estuvieron movidas por el mismo espíritu. Así, la Sociedad Vascongada de Amigos del País, creada en 1776, funda el Seminario de Vergara con un plan de estudios netamente ilustrado en que se incluía la física experimental (Sellés, 2001: 87) y por tanto estaba dotado de un gabinete de física.

Por otra parte y puesto que en el siglo XVIII no existía en España un sistema de educación universal, la nobleza, tras ingresar en el Colegio Imperial (creado en 1625), pasaba al Real Seminario de Nobles a cargo de los jesuitas desde su creación (1725) hasta su expulsión de España (1767). Tras este acontecimiento, tanto el Colegio como el Seminario quedaron en manos del Estado, pasando a ser denominados Reales Estudios de San Isidro (Sellés, *op. cit.*, p.86). Las enseñanzas impartidas fueron renovadas y se incrementó la atención al estudio de las matemáticas y la física experimental. En 1773 Antonio Fernández Solano obtuvo por oposición la recién creada Cátedra de Física Experimental³. Él fue el encargado de dotar el gabinete de física de los aparatos e instrumentos necesarios para la enseñanza de la nueva física, contando como constructores de instrumentos a los Rostriaga (Moreno, 1988: 64-65). A comienzos del XIX, el gabinete de los Reales Estudios se consideraba el mejor del país y al mismo nivel que los de Europa (Roc y Miralles, 1996: 55). La decadencia de esta institución y de su material científico comienza a partir de 1823, y ya en 1845 con el Plan Pidal termina transformado en Instituto.

³ En opinión de Antonio Moreno se trata de la primera cátedra de física experimental creada en España (Moreno, 1988: 59).

Todas estas instituciones tuvieron una visión renovadora de la enseñanza y su interés radicó en la implantación de una ciencia de carácter práctico que redundara en una mejora de la situación de la sociedad de su tiempo. Todas parecen haber prestado atención en mayor o menor medida a la enseñanza de la física experimental, aunque, según parece, hasta finales de siglo XVIII esta acepción hay que entenderla más como un deseo de sus fundadores de hacer patente su espíritu moderno y distante de la física escolástica, que como una realidad palpable.

El respaldo oficial

En 1845 el Ministro de la Gobernación Pedro José Pidal aprueba un plan, obra del Jefe de la sección de Instrucción Pública, Antonio Gil de Zárate, que va a ser trascendente para enderezar la situación de la enseñanza en España⁴. Una de sus finalidades más importantes es implantar un sistema escolar que persigue la instrucción universal de alumnos procedentes de todas las capas sociales. Hasta la implantación del Plan no se empieza a imponer de forma rigurosa, o al menos de forma continuada, la enseñanza de las ciencias experimentales. El plan Pidal contempla la inclusión de la enseñanza de la física experimental en el quinto curso de la enseñanza secundaria elemental con el nombre de “Elementos de física con algunas nociones de química”. Los contenidos se distribuían en cinco clases semanales de hora y media cada una.

En consecuencia, la Dirección General de Instrucción Pública ofrece en 1846 un primer listado de instrumentos para la enseñanza de la física que deberían estar presentes en los gabinetes de física de los institutos provinciales del país. Igualmente se hace pública la primera lista de libros de texto oficiales, ofrecida por el Consejo de Instrucción Pública, para elegir entre ellos el texto de la asignatura. El mismo año se publica por vez primera un Programa para las asignaturas de filosofía, al que deberán atenderse los libros destinados a servir de texto (Ministerio de Gobernación, 1846). Todas estas disposiciones van a ser estudiadas a continuación más detenidamente.

En el caso español puede asegurarse, por tanto, que la física experimental es más propia del siglo XIX que de finales del XVIII. Lo cierto es que el Plan Pidal

⁴ En su articulado, el Plan recogió aspectos curriculares y organizativos anteriores, como los de Carlomarde (1824) o el del duque de Rivas (1836). Probablemente este planteamiento es lo que le propició una buena acogida en los medios académicos, intelectuales y religiosos (Capitán, 2002: 262-3).

supuso el primer intento serio de salir de la calamitosa situación en que se encontraba la enseñanza en España, y en particular la de las ciencias experimentales. Así, José de la Revilla en 1854 escribe en su *Breve reseña del estado presente de la Instrucción Pública en España*:

"Era tan extremado el abandono que reinaba todavía en la mayor parte de nuestras universidades al publicarse el plan de estudios de 1845, que en muy pocas se conocían los aparatos y máquinas para el estudio de la física experimental, mucho menos para el de las ciencias naturales. Basta decir, que habiéndose pedido a todas ellas los inventarios de los gabinetes existentes, resultó que una de dichas escuelas contaba por único objeto un barómetro, que por cierto no era de su propiedad; en otra existe todavía guardada una máquina eléctrica de madera, ejecutada por el Catedrático de la asignatura para que sus discípulos formasen alguna idea del movimiento y funciones de otra verdadera" (en Núñez, 1975: 17).

2.4. LOS PLANES DE ESTUDIO

Veamos cómo el respaldo oficial a la nueva física se plasma en la aparición de ésta como asignatura en los planes de estudio ministeriales, que surgen en la época comentada y siguen a continuación.

El Plan Pidal

El Plan Pidal establece una Enseñanza Secundaria Elemental de cinco años, seguida de una Enseñanza Secundaria de Ampliación de dos años (Gaceta de Madrid, 4029, de 25-09-1845 y Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, 1848: 143, 146-7). Al finalizar la primera etapa los alumnos recibían el título de bachiller en Filosofía. En los estudios Elementales se estudiaba la asignatura "Elementos de física y nociones de química" en el 5º curso. En los estudios de Ampliación de Ciencias se incluían las asignaturas de "Química" y "Astronomía física" y conducían al título de Licenciado en Ciencias. Para el de Licenciado en Filosofía era necesario aprobar los estudios correspondientes de Licenciado en Letras y Licenciado en Ciencias, lo que llevaba cuatro años (Plan Pidal, sección 1ª, título I). El doctorado ("Estudios Superiores") se dividía en las

secciones de Letras y Ciencias, y sólo podía estudiarse en la Universidad Central. En Ciencias había que cursar, entre otras, las asignaturas de Mecánica y Astronomía. En Filosofía era necesario obtener el doctorado en Ciencias y en Letras.

Contemplando el Plan de Estudios se puede apreciar una apuesta firme de la Administración de incluir disciplinas novedosas como la Física Experimental y la Astronomía Física en la recién estrenada Segunda Enseñanza. Otra novedad muy significativa es el desdoblamiento de la Enseñanza de Ampliación en las secciones de Letras y Ciencias. No obstante, el sistema aún mantiene la máxima consideración hacia el título de Doctor en Filosofía, pues para alcanzarlo era necesario doctorarse previamente en Letras y Ciencias. Es decir, un *simple* doctor en Ciencias era inferior en categoría a un doctor en Teología, Jurisprudencia, Medicina o Farmacia. La Ley Moyano terminará en 1857 con esta situación.

Las asignaturas en el Plan de 1845 quedaron distribuidas de la forma que muestra la tabla siguiente.

Cursos	Asignaturas	Clases semanales	Total
Primero	Latín y Castellano	6	11
	Geografía	3	
	Religión y Moral	2	
Segundo	Latín y Castellano	6	12
	Geografía	2	
	Historia	2	
	Religión y Moral	2	
Tercero	Latín y Castellano	6	13
	Historia	2	
	Religión y Moral	1	
	Curso preparatorio de matemáticas	3	
	Repaso de Geografía	1	
Cuarto	Retórica y Poética	5	14
	Historia	2	
	Religión y Moral	1	
	Matemáticas elementales	6	
Quinto Bachiller en Filosofía	Psicología y Lógica	5	15
	Elementos de Física y nociones de Química	5	
	Nociones de Historia Natural	3	
	Ejercicios de Retórica y Poética	1	
	Religión y Moral	1	
Ampliación (Ciencias) Licenciado en Ciencias	Matemáticas elementales 2ºurso	A realizar en dos años	
	Cálculos sublimes		
	Mecánica racional		
	Ampliación de la física		
	Química		
	Griego		
Doctorado (Ciencias) Doctor en Ciencias	Ampliación de la química	A realizar en dos años	
	Análisis química		
	Astronomía física y matemática		
	Griego 2º curso		

Tabla 2.1. Plan de Estudio de Pidal, 1845.

Fuente: Elaboración propia a partir de Plan Pidal (Gaceta de Madrid, 4029, de 25-09-1845 y Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, 1848: 143, 146-147)⁵.

⁵ Las asignaturas de Ampliación y Doctorado que aparecen en la tabla corresponden a la distribución establecida en el R.D. de 19 de agosto de 1847: *Aprobando el reglamento para la ejecución del Plan de*

La Ley Moyano

En 1857 aparece la Ley Moyano, que se considera la primera gran ley de Instrucción Pública promulgada en España (R.D. de 23-09-1858, Gaceta 1724). Algunos autores han visto en ella la revalidación y elevación a la categoría de ley del Plan Pidal (Ruiz Berrio, 2008: 35). La Ley establece tres niveles de enseñanza bien definidos: primaria, secundaria y superior.

Tras un arranque algo impreciso⁶, se perfila la situación a partir de 1861 (R.D. de 21-08-1861, Gaceta 238). El esquema de cursos y distribución de asignaturas se mantendrá en vigor hasta casi el fin de siglo. El acceso a la secundaria quedó fijado a la edad de diez años, mediante examen de ingreso sobre las materias de la primera enseñanza. Las modificaciones en la segunda enseñanza fueron las más llamativas ya que se redujo considerablemente la carga lectiva. Al terminar la secundaria se obtenía el grado de Bachiller en Artes, necesario para seguir estudios de Facultad.

En los estudios universitarios la gran novedad fue la creación de las Facultades de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. La carrera se fijó en cinco años. Tras cursar los tres primeros se obtenía el grado de Bachiller en Ciencias y si se completaban los dos restantes se obtenía el de Licenciado en Ciencias. El doctorado se concibió como una prolongación de la licenciatura.

La distribución de los estudios quedó como se aprecia en la siguiente tabla.

Estudios decretado por S.M. en 8 de julio último. En el Plan Pidal original las asignaturas no están distribuidas de forma precisa.

⁶ Inicialmente la secundaria estaba distribuida en seis años, aunque esto sólo funcionó el curso 1857-58. A ella se accedía, tras examen de ingreso, a la edad de nueve años. La distribución de las asignaturas era imprecisa, pues sólo establecía el lapso de tiempo en que se habían de cursar. “Elementos de Física y Química” se colocó en el segundo periodo de la enseñanza secundaria. Para subsanar las imprecisiones se emitieron unas “Disposiciones Provisionales para la ejecución de la Ley de Instrucción Pública” (R.D. de 23-09-1858, Gaceta 1724). También se estableció entonces que en los estudios generales de segunda enseñanza tuvieran los alumnos tres clases diarias de hora y media cada una.

	Cursos	Asignaturas	Clases semanales	Total
Enseñanza Secundaria	Primero	Gramática latina y castellana	12	18
		Doctrina cristiana e Historia sagrada	3	
		Principios y ejercicios de aritmética	3	
	Segundo	Gramática latina y castellana	12	18
		Nociones de Geografía descriptiva	3	
		Principios y ejercicios de Geometría	3	
	Tercero	Traducción latina y lengua griega	6	15
		Nociones de Historia general y de España	3	
		Aritmética y Álgebra	6	
	Cuarto	Elementos de Retórica y poética	6	15
		Traducción de lengua griega	3	
		Elementos de Geometría y trigonometría	6	
Bachiller en Artes	Quinto	Psicología, lógica y filosofía moral	6	15
		Elementos de Física y Química	6	
		Nociones de Historia natural	3	
Un curso de lengua francesa				

Tabla 2.2. Plan de Estudios de Secundaria de la Ley Moyano, 1861

Fuente: Elaboración propia a partir del R. D. de 21-08-1861

	Cursos	Asignaturas	Clases semanales	Total
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bachiller en Ciencias	Primero	Álgebra	6	12
		Física	6	
	Segundo	Geometría y Trigonometría	6	12
		Química	6	
	Tercero	Historia Natural	6	12
		Ejercicios Gráficos	6	
Sección de Ciencias Físico-matemáticas. Licenciatura	Cuarto	Geometría analítica	6	12
		Geometría descriptiva	6	
	Quinto	Cálculos diferencial e integral	6	12
		Geografía astronómica, física y política	6	
Sección de Ciencias Físico-matemáticas. Doctorado	Sexto	Mecánica	6	12
		Geodesia	6	
	Séptimo	Astronomía Física y de observación	6	12
		Física matemática	6	

Tabla 2.3. Plan de Estudios Universitarios de la Ley Moyano, 1858.

Fuente: *Disposiciones Provisionales para la ejecución de la Ley de Instrucción Pública* (R.D. de 23-09-1858, Gaceta 1724).

Para dar cuenta de la presencia de las asignaturas de Física y Química en los planes sucesivos desde 1836 a 1900 reproducimos a continuación el esquema elaborado por Roc y Miralles (1996: 62).

PLAN	ESTUDIOS	Nº CURSOS (TOTAL)	ASIGNATURA	CURSO EN QUE SE ESTUDIA	LECCIONES SEMANALES	% CURSO	% TOTAL ESTUDIOS
4 Agosto 1836	Segunda Enseñanza	3	Física y nociones de Química	2º	9	42.9	18.8
17 Septiembre 1845	Enseñanza Elemental de Ampliación (Ciencias y Letras)	5	Elementos de Fís. con algunas noc. de Quím. Química General	5º		1 de 4 mat.	1 de 11 mat. (en Ciencias)
8 Julio 1847	Segunda Enseñanza	5	Elem. de Fís. exper. y noc. de Química	5º	5	33.3	7.7
14 Agosto 1849		5	Física	5º	6	33.3	6.7
28 Agosto 1850		5	Elementos de Física y noc. de Química	5º	6	33.3	6.7
10 Septiembre 1852	Latinidad y Human. Estudios Elem. de Filosofía	3	Elementos de Fís. Gral. y exp. y de Quím. Gral.	2º	6	42.9	14.3
10 Septiembre 1852	Estudios Elem. de Filosofía	3	Elementos de Fís. Gral. y exp. y de Quím. Gral.	2º	6	42.9	14.3
23 Septiembre 1857	Estudios Gen. de Segunda Enseñanza	6 (3+3)	Elementos de Física y Química	6º	6	33.3	5.6
20 Agosto 1858	Segunda Enseñanza	5 (al menos)	Elem. de Física y Quím.		6		7.2
22 Agosto 1861	Est. Gen. de 2º Enseñ.	5	Elem. de Física y Quím.	5º	6	40.0	6.9
9 Octubre 1866	Segunda Enseñanza	6 (3+3)	Física y noc. de Quím.	6º	9 (*)	42.9 (*)	7.1 (*)
21 Octubre 1868	Derogación Decreto 9 de octubre 1866						
3 Junio 1873	Segunda Enseñanza		Física Química	No sujeta a curso No sujeta a curso	6 (*) 3 (*)		9.1 (*)
13 Agosto 1880	Estudios Generales Estudios de Aplicación		Física y Química Nociones Mecánica Ind. y Q. aplic. Artes		1 curso de lección diaria 1 curso de lección diaria		9.5 (de E. Grales.) 15.4 (de Est. Aplic.)
15 Septiembre 1894	Estudios Generales Estudios Preparatorios Soc. C. Fis.-Naturales	4 2	Elementos de Física Elementos de Química Ampliación de Física Ampliac. de Química	3º 4º 2º 2º	3 3 3 3	12.5 12.5 21.4 21.4	5.8 23
30 Noviembre 1894	Adaptación del plan anterior para los alumnos que han iniciado sus estudios antes del 16 Sept. 94						
12 Julio 1895	Segunda Enseñanza	5	Física y Química	4º	6	50.0	8.7
13 Septiembre 1898	Ense. Secundaria	6	Física 1º Química 1º Física 2º Química 2º	4º 4º 5º 5º	3 3 3 3	16.7 16.7 16.7 16.7	11.6
26 Mayo 1899	Segunda Enseñanza	7	Física y Química ("Ciencias Físicas")	4º 5º 7º	2 2 5	11.6 13.3 35.7	8.5
20 Junio 1900	Segunda Enseñanza	6	Física 1º Química Física 2º	5º 5º 6º	3 3 3	12.5 12.5 15.4	6.0

Cuadro 2.1. Las asignaturas de física y química en los planes de estudio de 1836 a 1900.

2.5. PROGRAMAS, MANUALES Y GABINETES

Programas

La situación cambia notablemente a partir de 1846. El Plan Pidal acaba de crear los institutos de enseñanza secundaria, dependientes de las universidades, y en esa fecha se publica el primer Programa de las asignaturas de filosofía (Ministerio de Gobernación, 1846). El Programa pretende ser una guía de los contenidos que se deben abordar en las diversas asignaturas. Su necesidad es evidente en un momento en el que no es fácil encontrar en España libros adecuados que orienten las nuevas asignaturas. El propio Programa manifiesta la gravedad del problema especialmente

en lo que se refiere a ciencias experimentales como la física. Su autor, Gil de Zárate, hace notar en la Introducción que los libros de texto que se vayan editando deberán sujetarse en todo punto a lo establecido en él.

El carácter experimental del programa de física salta a la vista (Anexo 4). Está plagado de menciones a instrumentos, tanto sobre su construcción como sobre su uso. Por ejemplo: “Leyes de la caída de los cuerpos demostradas por el plano inclinado y la máquina de Atwood” (p.105), “Principio de Arquímedes demostrado por el raciocinio y la experiencia” (p.106), o “Medida de la fuerza elástica [del vapor] en diferentes temperaturas” (p.107). Fácilmente puede apreciarse el énfasis puesto en la comprobación experimental de las leyes físicas. Igualmente presta atención a las aplicaciones tecnológicas y cotidianas, precedente de lo que actualmente en didáctica de las ciencias son los contenidos CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad). Así, aparecen “Prensa hidráulica” (p. 106), “Barcos de vapor”, “Caminos de hierro” (p. 108), o “Construcción de los pararrayos” (p. 111).

La materia viene estructurada en los siguientes apartados:

Prolegómenos. Definición y objeto de la física	Galvanismo Magnetismo
Propiedades generales de los cuerpos	Electro-magnetismo
Estática y dinámica	Acciones moleculares
Gravedad	(capilaridad, elasticidad)
Hidrostática e hidrodinámica (se incluye aire y atmósfera)	Acústica Óptica
Calórico	Meteorología
Electricidad	Nociones de química

Manuales

El mismo año y a título orientativo, el Consejo de Instrucción Pública publica una primera relación de manuales (ver 3.1 y 3.2) que pueden utilizarse de texto para las enseñanzas secundaria y universitaria. Se pretende de esta manera impartir una enseñanza homogénea en todo el país, pero el problema reside en la nueva enseñanza secundaria ya que no se encuentran libros escritos expresamente para ella y, por tanto, ha de recurrirse a otros no muy bien adaptados.

Los textos propuestos en la primera lista para la asignatura “Elementos de física con algunas nociones de química” del 5º curso de la enseñanza secundaria son los siguientes (Gobierno de España, 1849: 256):

- *Curso elemental de física (I-II)*, 2ª ed., de Deguin. Madrid, 1845.
- *Curso de física*, 2ª ed., de Beudant. Madrid, 1839.
- *Elementos de física experimental (I-II)* de Pouillet. Barcelona, 1841.
- *Curso de física (I-II)* de Despretz. Madrid, 1839.
- *Elementos de química*, de Bouchardat. Madrid, 1846.
- *Curso elemental de química teórico y práctico* de Koepelin. Madrid, 1844.

Para los estudios de Ampliación se proponen las obras siguientes:

- Astronomía física: se recomienda la obra de Biot, 3ª ed. (no traducida).
- Química general: se recomienda la obra de Lassaigue, además de las obras indicadas ya para el quinto año.

Deguin, 1841

- 0. Nociones generales sobre los cuerpos
- 1. Nociones generales sobre los agentes o fuerzas (estática y dinámica)
- 2. Gravedad
- 3. Hidrostática
- 3. Hidrodinámica
- 3. Gases. Aire
- 9. De la atracción molecular (capilaridad)

- 9. De la elasticidad
- 10. Acústica
- 4. Del calórico
- 12. Meteorología
- 4. Máquinas de vapor
- 7. Magnetismo
- 5. De la electricidad
- 6. Corrientes eléctricas
- 8. Electromagnetismo
- 11. De la luz

Beudant, 1839

- 0/1/2. Nociones preliminares y fenómenos generales (incluye movimiento, estática, dinámica y gravitación)
- 9/10. Sólidos (incluye elasticidad, choques, vibraciones, acústica)

-
- 3/9. Líquidos (incluye capilaridad)
 - 3. Fluidos aeriformes o gases
 - 4. Del calórico
 - 11. De la luz
 - 5/6/7/8. De la electricidad (incluye magnetismo, galvanismo y algún fenómeno electromagnético)
-

Pouillet, 1841	
0/1. Nociones preliminares (incluye estática y dinámica)	5. Electricidad
2/3. Pesadez (incluye gravedad, hidrostática, hidrodinámica y gases)	6. Galvanismo
4. Calor, primera parte	8. Electro-magnetismo
7. Magnetismo	9. Acciones moleculares
	10. Acústica
	11. Óptica
	4. Calor, segunda parte
	12. Meteorología
Despretz, 1839	
0/1/2/3/9. Propiedades generales de los cuerpos (incluye gravedad, movimiento, estática, dinámica, hidrostática, hidrodinámica, acciones moleculares,)	3. De la atmósfera
4. Del calor	4. Máquinas de vapor
3/4. De los vapores y de los gases	5. De la electricidad
	6. Galvanismo
	7/8. Magnetismo (incluye electromagnetismo)
	10. Acústica
	11. Óptica
	12. Meteorología
Programa Oficial, 1846	
0. Prolegómenos. Definición y objeto de la física	6. Galvanismo
0. Propiedades generales de los cuerpos	7. Magnetismo
1. Estática y dinámica	8. Electro-magnetismo
2. Gravedad	9. Acciones moleculares (capilaridad, elasticidad)
3. Hidrostática e hidrodinámica (se incluye aire y atmósfera)	10. Acústica
4. Calórico	11. Óptica
5. Electricidad	12. Meteorología
	Nociones de química

Cuadro 2.2. Programas de manuales de física y Programa Oficial del Plan Pidal

Vamos a comenzar haciendo un estudio comparativo sobre la estructuración y contenidos de los cuatro manuales de física propuestos. Para ello van a tenerse en cuenta los índices generales de cada uno (Cuadro 2.2). En una primera

aproximación, de entre los libros y secciones que componen el manual podríamos distinguir cuatro bloques que no faltan en ninguno de ellos.

1) Nociones preliminares. Propiedades generales de los cuerpos.

Se sitúa la disciplina en el marco general de los saberes. Se exponen las que se dicen son propiedades generales de los cuerpos (extensión, porosidad, impenetrabilidad, etc.). Es evidente que esto es una reliquia del pasado, que antes de final de siglo habrá desaparecido casi por completo.

2) (a) Estática, dinámica, movimiento; (b) Gravitación; (c) Hidrostática e hidrodinámica; (d) Gases, aire, atmósfera.

Estas secciones aparecen siempre en este orden y, además, consecutivas (excepto en Despretz, donde (d) se inserta en “calor”). Aunque las vemos también en nuestros libros actuales, un estudio más profundo podría revelar dos diferencias de consideración: un escaso empleo de las matemáticas y una falta de estructuración expositiva (p.ej. las leyes de Newton no aparecen sosteniendo el edificio de la dinámica).

3) (a) Calor; (b) Electricidad; (c) Galvanismo; (d) Magnetismo; (e) Electromagnetismo; (f) Óptica.

Aquí están, junto con la mecánica, los dominios clásicos de la física moderna. Señalemos que algún manual aún llama “calórico” a la sección (a). En cuanto a la electricidad, se trata en realidad de electrostática. El término “galvanismo” se empleó antes de tener certeza que los nuevos fenómenos (pilas, electrólisis) eran producidos por una corriente de electricidad (sólo Deguin utiliza el término moderno). El electromagnetismo se encuentra en ese momento en sus inicios y los descubrimientos se incorporan con retraso, por eso en ocasiones (Despretz, Beudant) se incluye en el magnetismo.

El orden de las secciones comentadas es el que figura arriba, con la excepción del magnetismo que a veces aparece antes de la electricidad (Pouillet, Deguin).

4) (a) Acciones moleculares; (b) Acústica; (c) Meteorología.

Acciones moleculares es un término empleado por entonces para designar la capilaridad y la elasticidad, principalmente. La sección ocupa un lugar diferente según el manual, desde unas veces en el bloque 1 (Despretz) hasta otras antes de la óptica (Pouillet).

A la acústica le ocurre lo mismo. No tiene sitio fijo, aunque a veces suele ir tras las secciones de electricidad y magnetismo (Pouillet, Despretz). No se vincula con la mecánica pues presta más atención a la música e instrumentos musicales.

Por último, la meteorología suele ir cerrando el manual, aunque a veces se incluye en la sección de calor (Deguin) y otras se reparte entre calor y electricidad (Beudant).

En resumen, los cuatro manuales examinados, aún con diferencias en otros aspectos, guardan una estrecha semejanza tanto en estructura, como en contenidos y secuenciación de éstos.

Pasando ahora al Programa Oficial, un examen detenido del mismo revela que sigue un esquema muy similar al que hemos puesto en evidencia en los manuales. Para recalcar la identidad de contenidos y su mayor o menor adaptación secuencial, hemos marcado con el mismo número las mismas secciones en cada manual (Cuadro 2.1).

De todo lo anterior podemos extraer una conclusión: es muy posible que los cuatro libros propuestos en las listas oficiales fueran en realidad las fuentes y los modelos que siguieron los expertos ministeriales para elaborar el Programa Oficial. Acertaron en ofrecer un programa coherente y moderno de la física de entonces. Erraron en tomar como guía para la enseñanza secundaria libros de nivel inadecuadamente elevado para alumnos que podían tener entre catorce y dieciséis años. Posteriormente esto terminaría corrigiéndose cuando comenzaron a publicarse manuales de autores españoles, basados en el programa que ya estaba allí.

Nuestra tesis, expuesta en forma de esquema causal sería:

Manuales franceses → Programa Oficial 1846 → Manuales españoles

Gabinetes

En España, aunque los gabinetes de física experimental no son exclusivos del siglo XIX, es a partir de la implantación del Plan Pidal cuando la proliferación de éstos va a tomar un impulso desconocido hasta el momento. En el artículo 110 de su Reglamento establece que los Institutos de Segunda Enseñanza y las Facultades de Filosofía tendrán “*un gabinete de física, con todos los aparatos que exige la enseñanza elemental de esta ciencia y un laboratorio de Química con los aparatos y reactivos necesarios*” (Boletín Oficial del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas: I-151). La Dirección General de Instrucción Pública

complementa la anterior disposición publicando, también en 1846, la lista-modelo de instrumentos que deben estar presentes en institutos y universidades de todo el país. En tal documento se hace especial hincapié en la conveniencia de una enseñanza de carácter experimental.

Pero el problema es que había muy pocos establecimientos, entre ellos el “San Isidro” de Madrid, con una dotación de instrumentos mínima para un gabinete de enseñanza. Es lo que señala Gil de Zárate en su libro *De la Instrucción Pública en España*, refiriéndose a las Universidades, de quienes dependían los Institutos, antes de la implantación del Plan Pidal:

Sólo alguna que otra Universidad, en los últimos años, y merced al celo de jóvenes rectores, había empezado a adquirir los instrumentos más precisos; pero la mayor parte ni rastro tenían de ellos, y en ninguna había que pedir gabinetes regulares de física, laboratorios, ni menos colecciones de historia natural. (Gil de Zárate, 1855: II-318).

Consciente de tal situación y para impulsar las disposiciones publicadas, el propio Gil de Zárate⁷ se trasladó a París en 1847 y adquirió material científico para los gabinetes de física de las once universidades del país (Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, 1848: 25-28). La adquisición de este material, aunque proporcionalmente modesta, supuso un gran esfuerzo económico, pues en aquel entonces a las penurias presupuestarias se unía lo elevado de los precios de los instrumentos. Sobre todo los de construcción más esmerada, que habían de ser importados en la casi totalidad de los casos, ya que en España la producción se limitaba a la fabricación artesanal de los más sencillos (Sebastián, 2000: 61). Pero los fabricantes extranjeros comienzan en este siglo la fabricación en serie para atender la creciente demanda, lo que les lleva a crear líneas de producción de instrumentos, diseñados específicamente para la enseñanza de las ciencias. Según avanza el siglo los fabricantes se van centrando en la simplificación de sus diseños

⁷ Gil de Zárate fue acompañado por el catedrático de física Juan Chavarri y del químico Mateo Orfila, decano de la Facultad de Medicina de París. Se adquirió material de los fabricantes Pixii, Deleuil, Lizé y Clech, y Hermanos Rousseau por valor de 600.000 reales para repartir entre los gabinetes de los once distritos universitarios. A efectos comparativos diremos que el sueldo de un catedrático de Instituto (de 1ª o 2ª clase) era entonces de 9.000 reales anuales, por tanto lo gastado equivalía al sueldo anual de más de 60 de catedráticos.

con el consiguiente abaratamiento de los costes y, por tanto su más fácil adquisición por los centros.

Una vez puesta en marcha la nueva orientación experimental, la primera norma de enseñanza será complementar el estudio teórico con el trabajo de gabinete o laboratorio. El plan de Eduardo Chao (1873) recomendará enseñar la física *“acompañando a la enseñanza oral los experimentos y ejercicios prácticos necesarios para que los alumnos se familiaricen con el uso de los aparatos y procedimientos correspondientes”* (Roc y Miralles, 1996: 45). En el de Alejandro Groizard (1894), que contempla dos asignaturas de física en secundaria, se señala que han de impartirse *“añadiendo a este estudio cuantas prácticas y conocimientos experimentales sean posibles en esta enseñanza”* (Ibid., p.46). Los nuevos planes de estudios de Germán Gamazo (1898) y de Luis Pidal y Mon (1899) indicarán que el estudio de la física ha de ser eminentemente experimental y práctico (Ibid., p.46). Terminará el siglo con el recién creado Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, y otro nuevo plan de organización de la enseñanza secundaria, el plan García Alix, que establecerá dos asignaturas de física de *“carácter experimental, práctico, aplicado, con pocas teorías y basado en la labor adicional que puede realizarse en los gabinetes y laboratorios”* (Ibid., p. 47).

Como vemos, desde el Plan Pidal no dejan de sucederse planes de estudio, posiblemente demasiados, en los que se incide en el carácter experimental y práctico de la enseñanza de la física. De todos modos, a lo largo del siglo XIX, tanto en universidades como en institutos, los gabinetes de física y química e historia natural se van generalizando hasta constituir un factor esencial en la enseñanza de las ciencias experimentales. Y la dotación de dichos gabinetes se convertirá además en una cuestión de prestigio para las instituciones educativas.

CAPÍTULO 3

MANUALES Y GABINETES EN LA ESPAÑA DEL XIX

3.1. LOS MANUALES: EL SISTEMA DE LISTAS

Durante el siglo XIX y primeras décadas del XX la enseñanza en España, tanto secundaria como universitaria, está sujeta a control por parte de las autoridades. Una de sus manifestaciones es la supervisión de los libros de texto de las diferentes asignaturas, con objeto de establecer una homogeneidad de enseñanza en todo el territorio nacional. Es obligado, pues, detenerse en exponer brevemente la génesis y evolución del sistema empleado, esto es, el de listas oficiales, que provocará acaloradas discusiones durante casi un siglo. El sistema pervivirá en primera instancia hasta 1868, en que comienza el sexenio revolucionario, aunque posteriormente se retomará una y otra vez con diversas modificaciones (López Martínez, 1999: 107).

Los inicios pueden ser fijados en 1841 cuando la Dirección General de Estudios crea una comisión encargada específicamente de elaborar las listas de textos admitidos para todos los niveles de enseñanza. La comisión desaparece en 1843 pasando sus funciones al recién creado Consejo de Instrucción Pública (Canes, 2001: 360).

En 1846 el Ministerio de Gobernación, en cumplimiento del artículo 48 del Plan Pidal, publica una Real Orden por la que se aprueba la lista de manuales presentada por el Consejo de Instrucción Pública (Gobierno de España, 1849: 247-272).

El Consejo reconoce serios problemas para completar la lista de cada asignatura.

Sin perjuicio de las obras incluidas en dichas listas, y en atención á que no está completo el número de seis textos que permite el Plan para cada asignatura, se podrán también adoptar aquellas obras que, bien por salir nuevamente á luz, bien por su mérito particular, aunque ya publicadas, tenga por conveniente el Gobierno añadir á las ya aprobadas. (Ibid., p. 248).

Un poco más adelante, apunta los problemas relacionados con los manuales en el pasado inmediato.

...la ya mencionada escasez en España de obras originales, elementales y propias para la enseñanza, pues fueron pocas las publicadas en el primer tercio de este siglo, y no muchas las que salieron á luz en estos últimos años, sin duda á causa del poco feliz

señalamiento de libros textuales hecho en el Plan de estudios de 1824. Malas traducciones de peores libros extranjeros, hechas á destajo, muchas veces por personas poco versadas en la materia, era lo que comunmente se ofrecía en los últimos tiempos á los maestros y á los discípulos, desanimando á aquellos para la publicación del fruto de sus tareas, y extraviando á estos tal vez del acertado camino por donde eran conducidos. (Ibid., pp. 249-250).

Esto lleva al legislador a definir unas directrices esenciales que deben reunir los manuales destinados a la enseñanza.

Las obras textuales deben contener la parte elemental de la materia que forma el objeto de la asignatura, con claridad, buen método y exactitud; reunir el complemento de nociones que alcanza la ciencia en nuestros dias; ser de una extensión proporcionada al número de lecciones que de la materia han de darse; presentar las diferentes partes de una ciencia dividida con arreglo á las diversas asignaturas en que han de estudiarse , y comprender con la debida separación las materias de las dos ó mas que se explican en un mismo curso. (Ibid., p. 250).

La Real Orden finaliza estimulando la creación de nuevos textos, lo cual es contemplado como una labor patriótica.

Se invita á los catedráticos y demás personas instruidas capaces de dedicarse á la composición de obras elementales, para que emprendan este trabajo útil y patriótico, optando á los premios ofrecidos por S. M. en la Real orden de 25 de Mayo último, á fin de que en las listas sucesivas se llenen los vacíos que tiene que haber forzosamente en este ensayo, y cuyas causas explica el Consejo en su informe, que también se publicará. (Ibid., p. 248).

El premio va a consistir precisamente en la inclusión de la obra en las listas oficiales al menos durante tres años. Esta iniciativa oscilará a lo largo del siglo de ser estímulo a la creación de obras originales, a tener como único objetivo el beneficio económico del autor, descuidando éste cualquier función pedagógica (Canes, 2001: 360).

Así pues, el Consejo de Instrucción Pública asume por tanto la tarea de establecer qué libros deberán ser empleados en la enseñanza de las respectivas materias. En principio, y a falta de textos españoles, se recurrirá a libros de autores extranjeros, especialmente franceses, a la vez que se estimulan las traducciones de los textos extranjeros más próximos al nivel educativo existente, en espera de textos escritos expresamente para la enseñanza propia (Puelles, 2007: 5-6). La falta de manuales españoles se mantendrá

durante los primeros tiempos, pero conforme avanza el siglo el número de ellos se irá incrementando hasta alcanzar niveles razonables.

3.2. LAS LISTAS DE LIBROS DE FÍSICA

Lista de 1846 (Plan Pidal)

Los textos para la asignatura “Elementos de física y nociones de química” del 5º curso de la enseñanza secundaria son los siguientes (Gobierno de España, 1849: 256):

- *Curso elemental de física (I-II)*, 2ª ed., de Deguin. Madrid, 1845.
- *Curso de física*, 2ª ed., de Beudant. Madrid, 1839
- *Elementos de física experimental (I-II)* de Pouillet. Barcelona, 1841.
- *Curso de física* de Despretz. Madrid.
- *Elementos de química* de Bouchardat. Madrid, 1846.
- *Curso elemental de química teórico y práctico* de Koeppling. Madrid, 1844 (Villalaín, 1995: 65).

Para los estudios de Ampliación (Ibid., p.258) se proponen:

- *Tratado elemental de astronomía física* de Biot, 3ª ed. (no traducida)
- *Tratado completo de química* de Lassaingne, además de las indicadas para el 5º curso.

Lista de 1847 (R. O. de 08-09-1847)

Para Secundaria se aprueban los mismos, salvo Despretz, que pasa a Ampliación junto a Pouillet y Lamé⁸.

Para los estudios de Ampliación, al libro de Biot se añade:

- *Compendio de Astronomía* de Herschell

Para la “Mecánica racional” se proponen:

- *Tratado de mecánica* de Poisson
- *Tratado de mecánica* de Bouchardat, 3ª ed.
- *Tratado de mecánica* de Fernando García Sampedro
- *Tratado de mecánica* de José Odriozola
- *Tratado de mecánica* de Francoeur, 5ª ed. (Villalaín, 1999: 65-69)

⁸ Se trata probablemente del *Cours de physique de l'École Polytechnique* de Gabriel Lamé (1795-1870). Al parecer no se tradujo

Lista de 1849

Para la Segunda Enseñanza, asignatura “Física experimental y nociones de Química”, se aprueban los siguientes textos:

- *Curso elemental de física y nociones de química*, de Venancio González Valledor y Juan Chávarri
- *Elementos de física y nociones de química*, de Genaro Morquecho y Palma
- *Curso elemental completo de física experimental*, de Fernando Santos de Castro (Roc y Miralles, 1996: 48-49).

Para las asignaturas de “Ampliación de Física”, “Mecánica racional” y “Astronomía” permanecen los mismos que en la anterior (Villalaín, 1999: 130)

Lista de 1850

Para Secundaria, además de los dos primeros manuales de la lista anterior, aparece:

- *Elementos de física experimental y nociones de química*, de Francisco de Paula Montells y Nadal (Roc y Miralles: 49).

En 1853 se añade a los tres citados:

- *Manual de física y elementos de química*, de Manuel Rico y Mariano Santisteban (Villalaín, 1999: 339).

Lista de 1856

De Secundaria continúan los mismos textos. En cuanto a la enseñanza universitaria (Gaceta de Madrid, nº 1354, 18-09-1856) para la asignatura “Ampliación de Física” se proponen:

- *Tratado de física experimental y meteorológica*, de Pouillet.
- *Curso completo de física experimental*, de Fernando Santos de Castro.
- *Tratado elemental de física*, de Despretz.

Y para la de “Mecánica” se proponen los tres primeros manuales de 1847.

Lista de 1858 y 1861 (Ley Moyano)

Para la Enseñanza secundaria (1858), asignatura “Elementos de física y nociones de química” figuran los siguientes (Hidalgo, 1861: LXXVIII):

- *Curso elemental de física y química*, de Venancio González Valledor y Juan de Chavarri.
- *Manual de física y elementos de química*, de Manuel Rico y Mariano Santisteban.

- *Manual de física y nociones de química*, de Manuel Fernández Fígares.

Para la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1861), asignaturas “Ampliación de Física”, “Mecánica” (Hidalgo, 1861: LXXXVI) y “Fluidos imponderables” (Ibid., p. LXXXVII), además de los tratados de mecánica de Poisson, de García Sampedro y de Boucharlat, y el tratado de física de Santos de Castro, se incorporan como novedades:

- *Manual de física*, de Eduardo Rodríguez.

- *Tratado de física*, de Ganot (trad. por J. Pérez Morales).

- *Tratado del calor* (en francés), de Pecllet.

- *Tratado de óptica física* (id.), de Billet.

- *Tratado de electricidad y magnetismo* (id.), de Becquerel.

Puede apreciarse cómo los de segunda enseñanza son ya todos de autores españoles. No ocurre lo mismo en la enseñanza superior, donde aparece el célebre tratado de Adolphe Ganot (traducido) como texto para la asignatura “Ampliación de Física”, desplazando al anteriormente propuesto de Despretz. Junto a él aparece el de otro autor español, Eduardo Rodríguez. En lo que toca a niveles menos generales (mecánica, luz, calor, y electricidad y magnetismo) se siguen prefiriendo los textos franceses, aunque no estén traducidos. Esto revela el interés del Consejo de Instrucción Pública por ofrecer textos serios y rigurosos para la enseñanza de disciplinas más especializadas.

Tras ser prorrogada su vigencia en 1864 (Hidalgo, 1864: LXXV-LXXIX), estos manuales seguirán hasta 1868, excepto los correspondientes a fluidos imponderables. Permanece el tratado de Billet, al que acompañan la *Teoría matemática del calor* de Poisson y el *Tratado de electricidad* de Manuel Fernández de Castro.

3.3. UN CAMBIO DE POLÍTICA EDUCATIVA. LA LIBERTAD DE TEXTOS

De 1868 a 1874, coincidiendo con el sexenio revolucionario, se promueve un cambio fundamental en la política educativa, que suprime el sistema de listas y promueve la libertad del profesorado para la elección de textos. Se le dispensa además de presentar el correspondiente programa de la asignatura (Canes, 2001: 364).

Sin embargo, estas disposiciones no fueron efectivas para estimular la confección de manuales de calidad. Perdido el estímulo de la inclusión de las obras en las listas

oficiales (Moreno, 2000: 84-86), más bien ocurrió todo lo contrario. Es cierto que el número de títulos publicados creció, pero algunos catedráticos aprovecharon la libertad para publicar e imponer a sus alumnos sus propios manuales y programas, sin cuidar la calidad y desatendiendo la inclusión de novedades de metodología o contenidos (Canes, 2001: 364). Bartolomé Feliú comenta en el prólogo de su *Curso elemental de física experimental y aplicada* (1872):

“Varias y muy recomendables son las obras publicadas en España para la enseñanza elemental de la Física y la Química en los Institutos y Seminarios; no obstante, fuerza es decirlo, la generalidad de los Profesores nos encontrábamos perplejos cada curso al señalar un texto a los discípulos, porque ninguno de ellos hermanaba la bondad del método con las condiciones materiales, que en libros de este género hay derecho a exigir” (p. I).

Y añade un poco más adelante:

“Ni siquiera infundía aliento la esperanza de ver el libro elevado a la categoría de texto obligatorio en los centros oficiales de instrucción, por hallarse vigente la libertad de enseñanza” (p. III).

Según parece, las numerosas obras editadas seguían sin ser adecuadas a la enseñanza ya fuera por el método empleado, demasiado erudito, o por su desmesurada extensión, imposible de encajar en el tiempo asignado a la materia (López y Bernal, 2005: 353). Es de suponer que en la enseñanza real los catedráticos pudieron emplear los libros que quisieron, aunque muy probablemente decidieron seguir con los que venían usando tiempo atrás, ya desfasados. En lo que sí fue provechosa la libertad de enseñanza residió en que los profesores quedaron exentos de someter sus enseñanzas al contenido de unos textos prefijados por las autoridades.

La reinstauración de la monarquía con Alfonso XII conllevó la derogación la libertad de enseñanza, aunque el Gobierno permitió que se empleasen para el curso 1875-1876 los mismos manuales del anterior, o los que los catedráticos estimasen oportunos. Al amparo de la libertad de cátedra, el número de textos iría creciendo vertiginosamente en los años sucesivos.

De todos modos, la cuestión de los libros de texto continuará siendo discutida acaloradamente en los debates parlamentarios y en otros foros de opinión hasta bien entrado el siglo XX. Los puntos de discrepancia serán los mismos de siempre: obligatoriedad frente a libertad de elección, calidad y oportunidad de los contenidos,

precio de los libros, adecuación al nivel de los alumnos y ajuste al tiempo asignado a la asignatura.

En 1898 el ministro Germán Gamazo impulsó una reforma de la Segunda Enseñanza que va en este sentido. El Decreto correspondiente señaló que las obras candidatas a ser declaradas de texto debían ser examinadas por el Consejo atendiendo a cinco puntos fundamentales:

“1º Si el libro está escrito con corrección

2º Si no contiene errores notorios independientes de toda apreciación de escuelas y doctrinas

3º Si no es contrario a la moral ni a las instituciones fundamentales del Estado

4º Si se ajusta al índice de materia acordado por el Consejo independientemente de su doctrina, orden y desarrollo

5º Si tiene, las proporciones correspondientes a la extensión y carácter de la asignatura de que se trate” (Gaceta de Madrid, 257: 1137).

Los catedráticos podían servirse de cualquiera de los textos aprobados por el Consejo. Las obras consideradas como especialmente valiosas por su valor pedagógico, científico o literario podían ser declaradas *de mérito*.

En 1899, antes de terminar el siglo, se produce una nueva reforma de la enseñanza secundaria, la de Luis Pidal y Mon, que incidirá nuevamente en lo prescrito en la anterior disposición sobre libros de texto. La reforma establece además que sea el Ministerio quien se encargue de elaborar y publicar los programas de las asignaturas, así como la extensión y precio de los libros. Se otorgaba sin embargo al profesor la libertad para elegir el método expositivo que creyera más adecuado (Roc y Miralles, 1996: 49). Ya en 1900 García Alix, primer ministro de Instrucción Pública decretará la no obligatoriedad de adquirir el libro de texto seleccionado por el profesor, estableciendo además un cuestionario único para el examen de todos los alumnos (Canes, 2001: 376).

A partir de 1898 los planes de estudios trataron de imponer cierto carácter cíclico a la enseñanza de la física en secundaria. Se amplió el número de cursos y se desdobló la física y la química en asignaturas independientes. Esto desaparecerá en los planes siguientes.

En 1901 el ministro de Instrucción Pública, conde de Romanones, volvía a recordar la prohibición de vender libros en los Institutos en lugar de en las librerías, así como la obligatoriedad de remitir al Ministerio los programas de las asignaturas (López Martínez, 1999: 125). Romanones concibe un nuevo plan de estudios en el que los

institutos pasan a llamarse Generales y Técnicos con la intención de dar un carácter más aplicado a la enseñanza secundaria, aunque, según parece por las críticas recibidas, el intento quedó en el papel por la falta de medios o por la resistencia del profesorado (Ibid., p.47)

En 1903 Gabino Bugallal acomete una nueva reforma de duración poco habitual, que se mantuvo vigente hasta 1926, aunque sus críticos señalaron la deficiente organización de las asignaturas de ciencias y su distribución, proponiendo expresamente un estudio cíclico de las mismas. Esto sólo se conseguirá en el plan de 1934, aunque en el Instituto-Escuela de Madrid había comenzado a hacerse desde 1918 (Ibid., pp.53-54).

El Instituto-Escuela fue creado en 1918 por la Junta de Ampliación de Estudios. Esta institución nació con carácter de experiencia pedagógica capaz de desarrollar un sistema educativo eficaz y probado a implantar en el resto de institutos españoles. Sus principales características fueron el carácter cíclico y la metodología en las enseñanzas impartidas. En lo que toca a la física y química, se propuso un estudio de estas materias repartido y con creciente nivel de profundidad entre los cursos 2º a 6º del periodo equivalente a la enseñanza secundaria (López Martínez, 1999: 71). En cuanto a la metodología empleada hay que resaltar el más que notable incremento del tiempo dedicado a los trabajos prácticos ejecutados con material de uso cotidiano y la concepción del profesor como experto-guía en el redescubrimiento por parte de los alumnos de las leyes físicas (López Martínez, 1997: 408). Lamentablemente el siguiente plan de estudios (1926) no incluyó los valiosos resultados que se extrajeron de esta experiencia educativa.

En efecto, en 1926, bajo la dictadura de Primo de Rivera, se establece otro nuevo plan de estudios, el plan Callejo, con un bachillerato de seis años. Como la demanda social de libros de texto económicos y de extensión adecuada seguía vigente, el Gobierno trató de imponer un sistema de texto único para cada asignatura, pero las críticas fueron tales que retrasaron la publicación de las listas. Finalmente, en 1928 aparecieron las propuestas para las asignaturas “Nociones de física y química” (2º curso), “Química” (6º) y en 1929 “Física” (5º) (Canes, 2001: 391-393). Estos fueron:

- *Nociones de física y química* de Julio Monzón
- *Química* de Ricardo Montequi
- *Física* de Julio Monzón y Arturo Pérez Martín (López Martínez, 1999: 134).

Poco duró esta normativa de texto único, puesto que la Segunda República (1931) terminó volviendo a las directrices educativas anteriores a 1926 (Canes, 2001: 393).

3.4. LOS INSTRUMENTOS. LAS LISTAS RECOMENDADAS

Los instrumentos para la enseñanza de la física comienzan a aparecer de forma generalizada en los gabinetes a raíz de la publicación del Plan Pidal. Siguiendo sus directrices, la Dirección General de Instrucción Pública emite una Circular (15-09-1846) “Previniendo que los institutos se provean de los instrumentos necesarios para la explicación de las ciencias físicas y naturales” (Anexo 2). La iniciativa trata de superar el estado en que se encuentran en cuanto a dotación de material:

“Por desgracia los institutos se hallan todavía, salvo algunas excepciones, en lastimoso retraso respecto de este punto; y por los datos que existen en esta Dirección, se ve que la mayor parte carecen de infinidad de instrumentos y aparatos cuya adquisición es indispensable” (Gobierno de España, 1849: 355).

No obstante, un problema importante al que se enfrenta la propuesta es que en ese momento no existen en España constructores con capacidad de producción para surtir a los centros. A diferencia de países como Inglaterra o Francia, donde estaban consolidadas multitud de firmas que extendían su producción a los instrumentos de precisión (Dollond, Grubb, Lerebours, Secretan, Ducretet, etc.), en España sin tradición en estas artes, sobrevivían algunos constructores locales empleados casi en exclusiva por instituciones.

En estas circunstancias la solución fue recurrir a los fabricantes foráneos, particularmente franceses. Así, la propia Circular señala como más destacados en ese momento a Lerebours y Pixii:

Estos catálogos están formados con presencia de los de Mr. Lerebours que es el maquinista que ejecuta los instrumentos con mas solidez y perfección, aunque sus precios son por lo mismo los mas subidos. Otro maquinista á quien se suelen dirigir los compradores en España , es Mr. Pixii, que presenta mas baratura, si bien sus objetos no suelen ser de construcción tan perfecta, sirviendo para las demostraciones en la cátedra, pero no tanto para los experimentos y trabajos científicos (Gobierno de España, 1849: 355).

Tras exponer la problemática, la Circular presenta el catálogo de instrumentos que propone la Dirección General, encabezado por una relación de “los útiles de química que pueden adquirirse en España”. Todos ellos son material usual de laboratorio. A continuación, una sección titulada “Catalogo-modelo de las máquinas é instrumentos necesarios en una cátedra de física experimental” donde se relacionan 153 instrumentos (Anexo 2), tomados en su gran mayoría del catálogo de Lerebours. En algún caso figuran dos ejemplares del mismo instrumento (p.ej. “dos barras magnéticas”), en otros los instrumentos son auxiliares (p.ej. “banquillo aislador”), hay también instrumentos recreativos (p.ej. “cuadro centelleante”), pero la mayor parte de ellos son de estudio y demostración (p.ej. “máquina de Attwood”) o de medida (p.ej. “dinamómetro ordinario”). La distribución, según su temática, es: Mecánica, 22 instrumentos; Líquidos, 21; Aire/Atmósfera, 25; Calor, 22; Electricidad/Magnetismo, 42; Óptica, 21. Como consecuencia de las directrices y listas propuestas por la Dirección General, se explica el hecho de que en todos los Institutos históricos españoles se encuentren prácticamente los mismos instrumentos. La información de que se dispone hoy día así lo corrobora (Pérez-Dionis 2009; AA.VV. 2008). Así, Roc y Miralles (1996: 63) han puesto de manifiesto esta similitud cotejando los catálogos de 1885 del Instituto San Isidro de Madrid con los del Francisco Ribalta de Castellón. En el mismo sentido, la información ofrecida por las páginas web de Institutos históricos, que suelen mostrar parte de sus colecciones, nos permite constatar la similitud de éstas⁹.

Las escasas excepciones se deben, en la mayoría de los casos, a adquisiciones procedentes de artesanos y distribuidores locales, a compras por necesidades particulares de profesores y a instrumentos fabricados en los propios centros. Así, Lozano comenta que para medir la intensidad eléctrica emplea una pila de Branly “construida por nuestros alumnos” (1911: II-118). En otras ocasiones fueron los artesanos locales los encargados de fabricar instrumentos, como por ejemplo M. Azañón, mecánico electricista granadino (finales del XIX-comienzos del XX), que construyó aparatos de la Facultad de Farmacia y del Instituto de Granada¹⁰.

⁹ En el Anexo 5, pueden consultarse las direcciones web de estos Institutos.

¹⁰ Azañón construyó para la primera una máquina de Wimshurst, empleada por el Prof. Dorrnsoro en sus investigaciones sobre los rayos X (Thomas, 2007: 95) y para el segundo un cuadro eléctrico, un transformador de alta tensión de Gelster y Geitel y una radio de galena (ver cap.6).

3.5. LA FABRICACIÓN DE INSTRUMENTOS EN ESPAÑA

La existencia de gabinetes con instrumentos encaminados a una enseñanza de tipo experimental es consecuencia de dos factores fundamentales (Sebastián, 2000: 23):

- Presencia de asignaturas que requieran clases prácticas para su desarrollo
- Capacidad de la Administración para proveer del material necesario a los centros de enseñanza

En nuestro estudio, el primer factor venía justificado por la física experimental. En el segundo era donde residía el mayor problema, pues aunque la Administración estuviera dispuesta a afrontar el reto económico ¿dónde encontrar instrumentos diseñados para la enseñanza?

En la segunda mitad del siglo XVIII comienza a desarrollarse esta actividad en España. Aparece un primer brote de artistas ilustrados que desarrollaron su trabajo de constructores de instrumentos científicos (o “maquinistas”, en la terminología de la época). Entre ellos estaban Diego y Celedonio Rostriga¹¹, “maquinistas” en los Reales Estudios de S. Isidro (Guijarro, 2002: cap.2), y Joan González y Figueras, “maestro maquinario e hidráulico” en la Universidad de Salamanca (Puig-Pla, 2000).

Ya en el siglo XIX debe ser destacado Josep Valls, “constructor de instrumentos de vidrio de física, química y maquinaria” y proveedor oficial de la Escuela de Física Experimental de la Junta de Comercio de Barcelona (López-Ocón, 2003: 246). Hay que señalar que la Junta destinaba (hasta 1834) una aportación sistemática para la compostura y fabricación de instrumentos destinados a la Escuela (Puig-Pla, 2000). A mediados de siglo se encontraban establecidos en Barcelona constructores como José Clausolles y Francisco Dalmau (posteriormente fabricante de los instrumentos diseñados por Tomás Escriche y Pedro Marcer) (Dalmau, 1901: 3).

Cabe citar igualmente a Taylor y Lowe, fabricantes extranjeros de toda clase de instrumentos ópticos y matemáticos (Saurí y Matas, 1849: 268-9), que tuvieron establecimientos en Madrid y Barcelona donde ofrecían también “linternas mágicas, cosmoramas” y “máquinas eléctricas y electro-magnéticas”.

¹¹ Los Rostriga trabajaron en los Reales Estudios desde 1773 a 1804 construyendo aparatos de física, mecánica y cosmografía (Moreno, 1988: 64-65). Algunos de ellos se conservan en la actualidad en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, junto con instrumentos más antiguos que ya se encontraban en el gabinete del Colegio Imperial (Guijarro, 2002).

Taylor y Lowe

ÓPTICOS DE BAVIERA,

PROPIETARIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE ÓPTICA
en Madrid, calle del Príncipe núm. 12, en Barcelona, Rambla núm. 93.

POSEEDORES DEL MUY CONOCIDO INSTRUMENTO LLAMADO **OPTÍMETRO.**

Comunmente cuando uno quiera procurarse anteojos, está obligado á experimentar muchos, que cansan las fuerzas de los órganos ópticos, y difícilmente podrá obtener el grado que los cristales deban tener para que sirvan al objeto deseado; ahora no será así graduándolos á la vista de cada individuo con el OPTÍMETRO.

Por medio de este instrumento se sabe de una manera evidente cuales son los cristales que mas se adaptan á la vista, y de este modo evitar los perjuicios que causan los cristales que son mas fuertes de lo necesario. Es puro efecto de la casualidad el hallar sin tal instrumento anteojos que convengan perfectamente á la vista; tampoco podria sin auxilio determinarlos con toda precision el mas experimentado óptico.

Al mismo tiempo recomendamos nuestros anteojos con cristales de roca para todas vistas, y que se distinguen mucho por su buen corte, pureza y concavidad proporcionada, proporcionando un reflejo muy agradable á la pupila, que lejos de cansar la vista, la conserva para poderse servir de la misma muchos años. Tambien tenemos el gusto de ofrecer á los que se dignen favorecernos con su confianza, otra clase de cristales llamados *Perescopicos* que con escepcion de los cristales de roca, son muy preferibles á todas las demas, y reportan tambien muy grandes ventajas á la vista.

Ademas tenemos un hermoso surtido de anteojos de larga vista, Telescopios, gemelos para teatro, de varias clases y guarniciones y los de última invencion llamados *Duquesas* con 12 cristales muy cómodos y por su poco volumen preferibles á los demas, lentes de mano y á lo *Quevedo*, de oro, plata, plata dorada, carey, acero y búfalo, anteojos de muchas clases para señoras y caballeros, y con cuatro cristales de diferentes colores, Linternas mágicas, Cosmoramas y cristales sueltos para Panoramas, Barómetros de mercurio, aneroides y metálicos, Termómetros, Hygrómetros, Pesa-licores, de plata y vidrio, Microscopios compuestos y sencillos y de Stanhop, Cuenta hilas, estuches matemáticos, brújulas sencillas y mineras y para agrimensores, eclimetros, Niveles de agua y aire y con anteojos, Cartabones, Pantometras, Alambiques para el ensayo de los vinos, Máquinas eléctricas y electro magnéticas, idem hydroplatinicas, Medidas para agrimensores y métricas de marfil, ballena y madera, planchas para retratos al Daguerreotipo, Manómetros para calderas de vapor, espejos de aumento, etc., y todos los articulos pertenecientes al ramo de óptica.

Los precios estan fijados con la mayor economía.

El despacho se halla en la cuesta nueva de Santo Domingo, número 54.

Nuestra permanencia en esta será de un MES.

Anuncio insertado en El Isleño, periódico científico, comercial, industrial y literario, año I, nº 73, 02-11-1857, p. 4. (fuente: <http://prensahistorica.mcu.es>)

En la década de los años 1870 pueden encontrarse fabricantes nacionales como Recarte, Laguna (instrumentos de topografía, geodesia y óptica), Dalmau (Sebastián, 2000: 61) o Escriche, que se dedicó al diseño de instrumentos para la enseñanza y la industria (Escriche y Muñoz, 1869).

La industria nacional de instrumentos no comienza a consolidarse hasta finales del XIX y principios del XX. A este respecto Eduardo Lozano en sus *Elementos de Física* habla de la máquina eléctrica de Carré, a la que señala como "una de las pocas fabricadas en España" (Lozano, 1911: II-51). El caso es que en esa época comienzan su actividad casas comerciales españolas como Esteva Marata, con un primer catálogo editado en 1909 (Esteva, 1914: VII), Cedac, Cultura (1924), Sogeresa (1918),

Aramburo o Pacisa (Sebastián, 2000: 61). La producción de estas casas comerciales parece haber estado orientada desde el primer momento a instrumentos destinados a la enseñanza, más fáciles de construir pues no requerían una precisión tan grande como la de los instrumentos de investigación. Todo lo contrario que lo que había ocurrido con las firmas francesas, reclamadas por los científicos más destacados de la época para construir los mejores aparatos. Baste recordar los instrumentos astronómicos creados por Secretan para los observatorios de París, Marsella y Toulouse (Brenni, 1994: 5), o los de Deleuil para los laboratorios de Regnault y Dumas (Ibid., p.6).

3.6. INSTRUMENTOS DE MANUAL - INSTRUMENTOS DE CATÁLOGO

La construcción y puesta a punto de materiales científicos se lleva a cabo obviamente por los fabricantes correspondientes. Pero ¿quién proyecta tales aparatos? La respuesta no es difícil: es indispensable para ello la intervención de profesionales de la ciencia o su enseñanza, que son los encargados de asesorar a los fabricantes¹².

La relación manuales - catálogos de instrumentos es una relación mutua que se retroalimenta de manera continua. Los aparatos enseguida trascienden a los manuales, que los reproducen y comentan en sus páginas, concretándolos en instrumentos fabricados por determinadas firmas¹³. Por ejemplo, Feliú en su *Curso elemental de física experimental* (1874: 27), explica el funcionamiento de la balanza de precisión sobre una de las construidas por Deleuil y el de la máquina de Atwood sobre la construida por Salleron (p.42). Por su parte, Lozano en *Elementos de física* (1911) comenta el barómetro de glicerina fabricado por Negretti y Zambra (p.222), el barógrafo de Richard (p.224), o la máquina neumática de Deleuil (p.231).

Y recíprocamente, en los catálogos de fabricantes pueden encontrarse referencias al uso que de sus instrumentos hacen algunos manuales célebres del momento. Así por ejemplo, en el catálogo de Negretti y Zambra (ca. 1887) se puede leer:

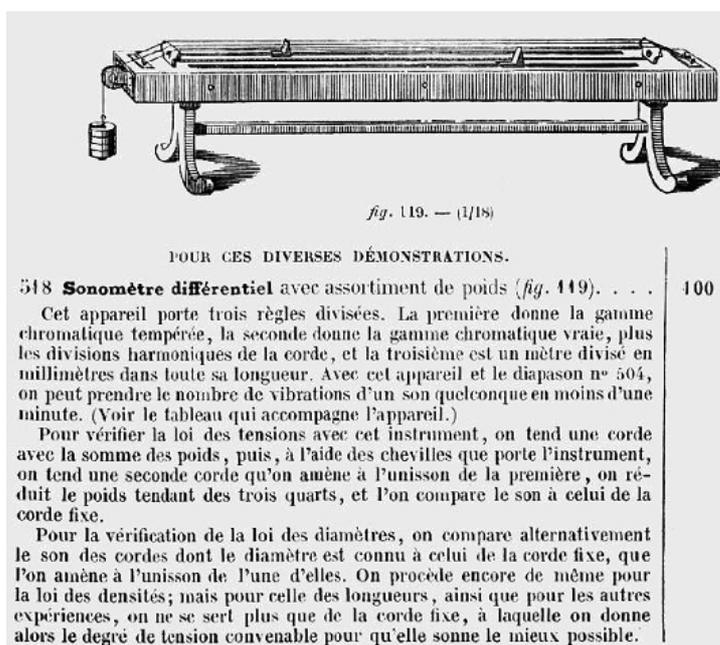
¹² Se da también el caso de profesores que se dedican a la fabricación de instrumentos, como es el caso de Tomás Escriche y Mieg, catedrático de física y química del Instituto de Guadalajara (Escriche, 1883).

¹³ Felipe Picatoste en sus *Elementos de Física y Química* (1889) asegura que es habitual que el autor de un manual, “como suele suceder en el extranjero, se pone de acuerdo con algún fabricante para convertir el libro de texto en un anuncio de una casa” (citado en López y Bernal, 2005, p. 357).

Most of the Electrical Apparatus catalogued in this section will be found fully described in Noad's Lectures on Electricity, Noad's Student's Text Book, Ganot's Physics, translated by Atkinson, and Tyndall's Lessons in Electricity. (p.426).

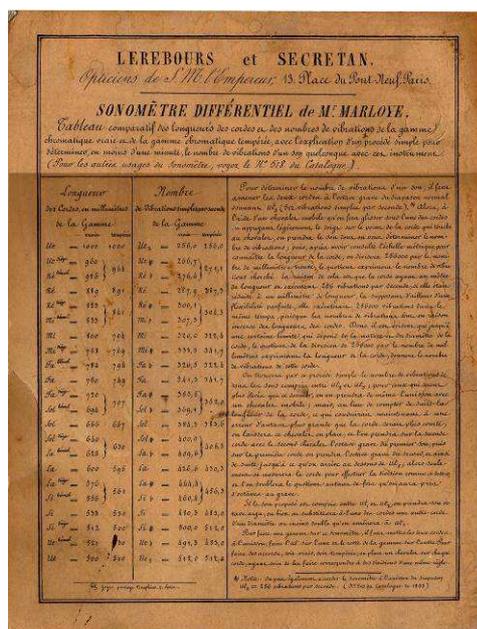
El de Becker & Co. (1931: 203-4, 211) hace también referencia al tratado de Ganot, así como a los manuales de Stewart y Gee (1904) y de Foster y Porter (1903).

Buscando reafirmarse en el ámbito escolar, los fabricantes se esmeran en sus catálogos en proporcionar información detallada del aparato y de su utilidad didáctica, incluyendo una breve explicación de su fundamento y uso, lo que es muy apreciado por los profesores por lo que les supone de ayuda en su labor docente. Algunos fabricantes llegaron a publicar incluso auténticos tratados sobre sus instrumentos¹⁴. En la imagen anterior, izquierda, se comentan las posibilidades del sonómetro diferencial (Lerebours y Secretan¹⁵, 1853: 67) y en la de la derecha se reproduce una “hoja de instrucciones” suministrada por Lerebours, referida al mismo aparato (Colección del I.E.S. Padre Suárez de Granada).



¹⁴ Puede examinarse por ejemplo *A treatise on meteorological instruments: explanatory of their scientific principles, method of construction, and practical utility* de Negretti y Zambra (1864).

¹⁵ Este catálogo debió ser empleado en el Instituto de Granada siguiendo las directrices de la Dirección General de Instrucción Pública para hacer los pedidos de sus primeros años de existencia. (Actualmente no se encuentra localizado en el centro, aunque entonces el Instituto estaba ubicado en el Colegio de San Bartolomé y Santiago)



La intención de los fabricantes de servir de guía al profesor se expresa de forma explícita en algunos de los catálogos de instrumentos destinados a los centros de enseñanza. De este modo, en el catálogo de 1927 de la firma española Cultura puede leerse:

“Este catálogo está inspirado en el nuevo plan de estudios [Plan Callejo] en los Institutos Nacionales de Segunda Enseñanza y teniendo en cuenta las materias que son objeto de los Cuestionarios Publicados en el Boletín Oficial del Ministerio de Instrucción Pública.

Siguiendo tal procedimiento, estimamos que de esta manera facilitamos a nuestros clientes el encontrar aquel material, propio de cada materia, más útil y conveniente para el estudio de las mismas”. (p.1).

3.7. MANUALES E INSTRUMENTOS: SU USO EN LA ENSEÑANZA

Manuales

El debate en torno a los libros de texto fue desde el establecimiento de la segunda enseñanza una cuestión fundamental en el entorno social, cultural y científico de nuestro país (Moreno, 2000). Probablemente este continuo debate y sus alternantes disposiciones legales, reformistas unas y conservadoras otras, no hicieron ningún favor a la enseñanza impartida en los establecimientos públicos. La realidad cotidiana debió

estar lejos de la uniformidad buscada para los institutos a lo largo de la centuria. Algunos catedráticos basarían su enseñanza en el libro de texto y programa propio, otros en cambio no exigirían a sus alumnos un manual y seguirían el sistema de dictar apuntes, cosa que siempre permitió la legislación.

De lo que acaba de exponerse podemos deducir que los libros destinados a la enseñanza secundaria encuentran serias dificultades para adecuarse a su función como libros de texto durante todo el siglo XIX y primeras décadas del XX. Dos parecen ser las causas de esta situación. La primera es la novedad de una enseñanza secundaria reglada en nuestro país que tarda en cuajar por las difíciles circunstancias políticas, económicas y sociales de la España de entonces. Esta novedad es recalcada por Antonio Gil de Zárate cuando afirma que “la segunda enseñanza propiamente tal no ha existido nunca en España” (1855: II-23). Por este motivo, se adoptan en principio como manuales traducciones (algunas muy criticadas) de los publicados en Francia y, más tarde, obras de autores españoles de clara inspiración gala, no en vano alguno de ellos había sido traductor de esos primeros manuales (Moreno, 2000: 71). Otra causa a señalar es la dificultad que encuentran los autores españoles para reunir unos contenidos disciplinares adaptados a la edad (14 a 16 años) y nivel de conocimiento de los alumnos de la época. Estas circunstancias motivaron la publicación en 1846 por parte de la Dirección General de Instrucción Pública de un programa unificado a escala nacional para cada una de las asignaturas de Filosofía, que entonces constituían la Segunda Enseñanza (Ministerio de Gobernación, 1846).

Fácilmente puede constatararse que muchos de los manuales publicados para enseñanza secundaria eran meras reducciones de textos más amplios, orientados en principio a estudios universitarios. En algún caso excepcional, como el de Bartolomé Feliú, el proceso fue el inverso: un manual de enseñanza secundaria fue ampliado para ser usado como texto universitario (López y Bernal, 2005: 356). Una solución muy recurrida por los autores para conciliar los dos niveles en un solo manual fue la de editar sus libros con dos tipos de letra, reservando el más pequeño para desarrollos más en profundidad. Al parecer en esto también se siguió el ejemplo francés. Así, el *Traité de Ganot* (1859) incluye en las páginas introductorias este aviso:

Les paragraphes et les chapitres marqués d'un astérisque () ne sont pas compris dans le programme d'enseignement des lycées, mais ils le sont dans les programmes des facultés de médecine et des facultés des sciences.*

Si nos situamos ya en el siglo XX, en sus primeras décadas comienza a producirse un cambio en la enseñanza de la física experimental que rompe en puntos significativos con la práctica seguida a lo largo del anterior (López Martínez, 1997; Balpe, 2002). Los profesores comienzan a reclamar textos más adecuados al nivel de sus alumnos, rechazando los más voluminosos propios del siglo anterior. Se apuesta por una enseñanza racional y se rechaza el memorismo como metodología válida para la comprensión y enseñanza de las ciencias. La nueva física racional trata de desvincularse de la del XIX por considerar que posee un componente descriptivo muy acentuado. José Estalella recordaba en 1925:

...los tiempos de las solemnes clases experimentales, de cuatrocientos alumnos pasivamente sentados, lecciones consistentes en elocuentes piezas oratorias, y profesores de traje de etiqueta y aires de mago o prestidigitador ¡Estériles lecciones ampulosas! Estudios sin nervio, limitados a “comprobar” de vez en cuando en mediocres y aún pésimos instrumentos, con inhábiles manos los resultados de un razonamiento (Estalella, 1925: 640).

Las experiencias de cátedra dejan paso a un modelo de prácticas más parecido al actual, en el que, en teoría, los alumnos asumen protagonismo en la manipulación de los instrumentos y en la extracción de conclusiones (López y Bernal, 2005: 373). Este cambio pedagógico pone punto final a un enfoque de la enseñanza que en su momento supuso una ruptura y un avance con respecto al de la física del siglo XVIII, pero que ya se antojaba anticuado. En nuestro país dos reconocidos exponentes de la nueva forma de entender la enseñanza en el nuevo siglo son Eduardo Ponce de León y Juan Mir Peña, cuyos manuales hemos elegido como ejemplo en los niveles superior y medio respectivamente.

Instrumentos

En cuanto a las actividades en torno a los gabinetes de física, es muy probable que las experiencias no se llevaran a la práctica en muchos institutos, lo que imposibilitaría a los alumnos alcanzar una formación experimental en ciencias. Porque incluso en el caso de un instituto que conserve una colección de instrumentos antiguos, esto no significa que en su momento hayan sido empleados, y si lo han sido no podemos saber con certeza cuándo. La presencia de instrumentos sin estrenar en algunos delata esta situación, aunque a veces es muy difícil distinguir los sin estrenar de los

restaurados¹⁶ En cualquier caso habría que cotejar los datos que aporta el instrumento con los datos de archivos para resolver tales dudas.

Para prevenir esta situación el Real Decreto de 13-09-1898 (p. 1137) dispone para el desarrollo de los exámenes de física, química y técnica que se realicen en los institutos de todo el país que

...la tercera lección [tercera ‘pregunta’ del examen] se sustituirá por la resolución de un problema o desarrollo de un tema por escrito. Siempre que sea posible, se procurará hacer los exámenes de estas asignaturas en los Gabinetes o Laboratorios, o tener a la vista los aparatos de mas corriente uso para que el alumno pueda referirse a ellos y señalar sus aplicaciones cuando sus respuestas lo requieran.

Este tipo de disposiciones de obligada observación “siempre que sea posible” son frecuentes en la legislación española de la época.

Por otra parte, como en el caso de los manuales, con el cambio de siglo también se revisa el papel de los instrumentos en la enseñanza experimental, no excluyendo o incluso prefiriendo el empleo de material de uso común, al alcance de cualquier alumno. Esta estrategia es característica del siglo XX, aunque algunos profesores, como Tomás Escriche (1883: VI), lo reclamaban ya desde el último cuarto del siglo anterior. Uno de los docentes que más empeño puso en acercar la experimentación con objetos cotidianos a sus alumnos fue sin duda el mencionado José Estalella Graells, director del Instituto-Escuela de Barcelona. Estalella fue muy crítico con el modelo de experiencias de cátedra por considerar que estaban pensadas para satisfacer sólo al catedrático. Introdujo en sus ejercicios prácticos la observación y valoración cualitativa de los fenómenos, la medida de magnitudes, la teoría de errores y la representación gráfica de resultados (Estalella, 1925 y 1936).

¹⁶ La tarea de investigar si un instrumentos ha sido o no empleado se hace especialmente difícil en el caso de instrumentos restaurados en los que no se han respetado sus huellas estables de uso: muescas, abolladuras, pérdidas de barnices o pinturas, quemaduras, etc. Cuando se elimina, por razones puramente estéticas, esta información y no se deja al menos constancia de que se ha hecho, resulta prácticamente imposible conocer algo sobre el uso que tuvo ese aparato en el pasado.

3.8. RELACIONES TRIPARTITAS: MANUALES-INSTRUMENTOS-CATÁLOGOS

Ya antes (ap. 3.6) se ha puesto en evidencia la relación entre los instrumentos que aparecen en los manuales y los que aparecen en los catálogos de fabricantes. Vamos ahora a incidir en otra que presenta más interés para nuestro estudio: la relación instrumentos de catálogo/manual – instrumentos de gabinete. A diferencia de la anterior que tenía un carácter recíproco, ésta es inicialmente unidireccional, dirigida hacia el segundo término. La cuestión puede verse con mayor claridad si nos hacemos la siguiente pregunta: ¿qué fuentes utilizaban los responsables de la adquisición de material para los centros?

Aquí hay dos puntos sobre los que no caben muchas dudas. 1) Es cierto que, salvo caso excepcional, el instrumento debe figurar en el catálogo de algún fabricante. 2) Es cierto que si aparece en pasajes importantes de un libro de texto aumentan las opciones de ser seleccionado. Entonces lo más probable es que los dos factores citados intervinieran. La prioridad de uno u otro ya dependería de si los responsables tuvieran mayor o menor experiencia en la enseñanza de la materia (cuanto mayor, más peso del factor 2). La Circular de la Dirección General de Instrucción Pública (15-09-1846) recomienda algunos fabricantes, pero corresponde a los centros elegir los instrumentos.

Según parece, las universidades y los institutos, que dependían de ellas, no se decidieron por sí mismas a comprar los artículos aconsejados, ya fuera por razones económicas o porque no se había declarado obligatorio. Lo cierto es que tuvo que ser el propio Gil de Zárate quien, desplazándose hasta París en diciembre de 1846, hiciera estas primeras compras masivas de instrumental para los gabinetes de los centros de enseñanza españoles (ap. 2.5). Posteriormente, según consta en las memorias anuales, los institutos tomarán las riendas de esta cuestión y serán los propios centros los encargados de comprar el material para sus gabinetes y laboratorios.

En conclusión, los responsables de la adquisición de material se encuentran con una información que reciben de manuales y catálogos. Ambas fuentes les sirven de guía para la incorporación de materiales a sus laboratorios de enseñanza. Podemos decir entonces que, salvo contadas excepciones, los instrumentos presentes en los gabinetes de enseñanza tienen como referencia los instrumentos expuestos en los manuales de la

época, que a su vez reproducen buena parte (la más escolar) de los que aparecen en los catálogos.

Para la realización de nuestro trabajo, el hecho de la conexión estrecha entre manuales, catálogos y gabinetes permite que los manuales y catálogos nos guíen en la investigación de los instrumentos antiguos que aparecen en los gabinetes. No sólo ayudan a identificar y reconstruir los aparatos, sino que especialmente los manuales informan acerca de su papel en los dominios teóricos correspondientes y las experiencias o medidas a realizar con ellos. La ventaja de los manuales sobre los catálogos es que los primeros tienen por esencia un componente escolar del que carecen los segundos. Van dirigidos por tanto a un público más amplio y no sólo a los especialistas. A causa de su mayor difusión los manuales son siempre más asequibles. Bajo el punto de vista didáctico los instrumentos y las experiencias suelen estar mejor descritos en los manuales (con frecuencia faltan en los catálogos) y, sobre todo, ofrecen el instrumento en contexto, es decir, vinculado a la ley, teoría o principio al que apoya o del que se sirve en su funcionamiento.

3.9. MUESTRA DE MANUALES QUE VAN A SER ESTUDIADOS

Una parte prioritaria de nuestra investigación es estudiar la presencia de los instrumentos en los manuales y comprobar el grado de experimentalidad de la enseñanza que transmiten. Para ello se van a analizar algunos manuales relevantes, que así son señalados por los documentos de la época y es corroborado por su presencia en las bibliotecas de institutos y universidades. Para concretar más estos criterios, diremos que en la selección se ha dado preferencia a los manuales de autores españoles y a los declarados de texto por el Ministerio. En secundaria se han primado los de catedráticos del Instituto Provincial de Granada (Fígares y Mir), ya que este centro será posteriormente examinado como estudio de caso. Tal y como se ha indicado, los manuales más antiguos son de procedencia francesa, mientras que los de autores españoles aparecen más tarde, inspirados directamente en los franceses.

Hemos preparado una muestra que cubre el siglo XIX y primeras décadas del XX. La razón para detener nuestro estudio en ese punto se ha guiado por argumentos de orden didáctico. Es en este momento, a semejanza de lo que acontece en Francia, cuando se produce un cambio de paradigma en lo que toca a la enseñanza de las ciencias

experimentales en general y a la física en particular, que supone un enfoque más racional y menos memorístico (Balpe, 2002).

Con estos criterios, los manuales seleccionados para nuestro estudio son los que se dan a continuación.

Manuales de enseñanza superior

- Libes, A. (1821). *Tratado de física completo y elemental (I-III)*, 2ª ed. (trad. P. Vieta). Barcelona, Imp. A. Brusi.
- Beudant, F.S. (1841). *Tratado elemental de física*, 3ª ed. (trad. N. Arias). Madrid, Imp. de Arias. (Declarado de texto en 1846 en su 2ª ed. de 1839, ver secc. 4-2).
- Ganot, A. (1854). *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée et de météorologie*¹⁷, 3ª ed. Ganot. París, Chez L'auteur, Éditeur. (Declarado de texto, en su ed. traducida de 1861, ver secc. 4-2)
- Rubio y Díaz, V. (1886). *Elementos de física experimental*, 2ª ed. Cádiz, Imp. F. Joly.
- Lozano y Ponce de León, E. (1911). *Elementos de física*, 10ª ed. Madrid, Imp. J. Ratés. (Aprobado por el Consejo de Instrucción Pública).

Manuales de enseñanza secundaria seleccionados

- González Valledor, V. y Chavarri, J. (1848). *Programa de un curso elemental de física y nociones de química para el uso de los alumnos de quinto año de Filosofía*. Madrid, Imp. J. García. (Declarado de texto en 1849, ver López Martínez, 1999: 108. Utilizado en el Instituto de Granada hasta el curso 1860-61).
- Fernández Fígares, M. (1866). *Manual de física y nociones de química*, 2ª ed. Granada, Imp.-Lib. J.M. Zamora. (Declarado de texto en 1861, 1ª ed. Utilizado en el Instituto de Granada durante los cursos 1861-65. El autor fue profesor de física de la Universidad y de física y química en el Instituto el curso 1858-59).
- Feliú y Pérez, B. (1874). *Curso elemental de física experimental y aplicada y nociones de química inorgánica para uso de los establecimientos de 2ª Enseñanza, Seminarios y Escuelas Normales*¹⁸, 2ª ed. Valencia, Imp. J. Rius.

¹⁷ “A l’usage des Établissements d’instruction, des aspirants aux grandes des Facultés et des candidats aux diverses écoles du Gouvernement [...] Augmentée d’un recueil nombreux de sujets de compositions de Physique, avec solutions”.

¹⁸ “por D. Bartolomé Feliú y Pérez, Catedrático por oposición de la referida asignatura en el Instituto provincial de Teruel. 2ª Edición considerablemente aumentada y corregida, é ilustrada con más de 400 figuras distribuidas en el texto”.

- Márquez y Chaparro, B¹⁹. (1892). *Resumen de un curso de elementos de física experimental, 2ª ed.* Barcelona, Tipo-litografía de Espasa y C^a.
- Mir Peña, J. (1925). *Física razonada para segunda enseñanza*²⁰. Granada, Imp. Editorial Urania.

¹⁹ Ingeniero industrial, catedrático en los institutos de Alicante y Sevilla.

²⁰ “por Juan Mir Peña, doctor en Ciencias y en Farmacia, Catedrático del Instituto y profesor de la Universidad de Granada”.

CAPÍTULO 4

LOS INSTRUMENTOS EN LOS MANUALES DE FÍSICA ANTIGUOS

4.1. CARÁCTER EXPERIMENTAL E INSTRUMENTOS EN MANUALES

Un manual de física dentro de la línea experimental se hace notar enseguida por el afán de establecer lazos estrechos entre teoría y realidad. El experimentalismo, en contraste con la física de corte escolástico, se esfuerza en acompañar continuamente la teoría con experimentos probatorios, que unas veces la siguen y otras la preceden. Es un rasgo distintivo de la nueva física (Solís y Sellés, 2005).

Un manual puede revelar su orientación experimental por los contenidos que incluye y la forma de exponerlos. El esquema que muestra recuerda ya más al de un texto actual, alejado de una temática y desarrollo más filosóficos (“los principios del ente natural”, “la naturaleza del movimiento”, “las virtudes de la piedra imán”). El experimentalismo también presta atención a sucesos cotidianos, con lo que acentúa el carácter de ciencia útil que pretende transmitir la física de la época (Vernet, 1975: cap.11). Igualmente, la orientación experimental puede venir evidenciada mediante un simple examen del mismo por la frecuente inclusión de elementos como experimentos y experiencias (experimentos muy elementales), el estudio de utensilios cotidianos y cuestiones basadas en contextos reales.

Como se ha indicado, la exposición teórica puede o bien anteceder a la realidad fenoménica, o bien puede ir a continuación. El primer caso aparece en obras de carácter más sistemático (p.ej. Beudant, 1841), lo que suele ir unido a un mayor nivel. La teoría, una vez expuesta, recurre a la realidad empírica que sirve, por tanto, para demostrar sus posibilidades explicativas. En el segundo caso (p.ej. Libes, 1821) un experimento suele conducir a la teoría, que da razón del fenómeno que ha tenido lugar y de los resultados obtenidos, si los hay.

En todo caso lo experimental exige el recurso a los instrumentos. El papel que éstos juegan en el ámbito de la enseñanza no se agota en la presentación de los instrumentos mismos, sino que éstos aparecen con una finalidad determinada. Esta finalidad normalmente es intervenir en algún experimento para probar la teoría. Otras

veces, colaborar en la producción de un fenómeno dentro de un marco de estudio teórico. En cualquier caso, suele describirse el funcionamiento del aparato y se explica su fundamento. A veces sólo aparece esta última faceta porque no todos los instrumentos que figuran en los manuales y se encuentran en los gabinetes están diseñados para ser soporte, directo o indirecto, de experimentos probatorios. Así sucede, por ejemplo, con un modelo didáctico como el de la máquina de vapor, cuya finalidad principal es mostrar el funcionamiento. De todos modos nuestro estudio se centra en los instrumentos de gabinete y, por tanto, no consideramos, por mucho que aparezcan en los manuales, la mayor parte de los aparatos o máquinas que constituyen los inventos de impacto social del siglo XIX.

Dentro del enfoque experimentalista podemos encontrar manuales (p.ej. el Libes) que se esfuerzan en acentuar tal carácter. Suelen proceder de finales del siglo XVIII y principios del XIX, cuando comienza a producirse la reacción contra la física escolástica. Una vez consolidado el enfoque, la tendencia se irá atenuando. Así, a finales del XIX, sin perder de vista el objetivo de justificar experimentalmente la teoría, aumenta la atención hacia la descripción y funcionamiento de los instrumentos.

Por otra parte, se advierte un aumento progresivo del número de instrumentos en los manuales desde comienzos hasta finales del siglo, que no puede explicarse solamente por la aparición continua de ellos en ámbitos científicos. Ya no tan centrados en aspectos probatorios. Ahora incrementan su presencia para otras finalidades, tales como didácticas (reproducir fenómenos y vivenciarlos), investigadoras (mostrar aparatos que utilizan los científicos), e informativas (dar a conocer inventos como el telégrafo). Sea cual sea la finalidad, la física experimental gira alrededor de los instrumentos. Por otra parte no es incompatible que un manual conceda importancia a los instrumentos y muestre al mismo tiempo un cierto nivel teórico (p.ej. Beudant, 1841). Pero no todo consiste en presentar instrumentos en abundancia. Se da el caso de manuales en los que ocurre esto, y luego les dedican una mínima atención (p.ej. Lozano, 1911).

Nuestro estudio está centrado en los instrumentos de gabinete que pueden encontrarse en los centros escolares y que son presentados, junto a aparatos de otra índole, en las páginas de los manuales escolares. El carácter experimental de los mismos viene señalado por el afán de apoyar con experimentos y experiencias el cuerpo de doctrina que se expone. Así pues, lo experimental implica lo instrumental. Si bien es cierto que lo primero no se agota en lo segundo, su relación estrecha nos va a permitir

dilucidar el carácter experimental de un manual y el grado en que lo muestra a través del uso concedido a los instrumentos.

Se comprende entonces que en el estudio del carácter experimental de un manual, el factor principal, pero no el único a tener en cuenta, es la atención que presta a los instrumentos. A fin de operativizar esta cualidad, en las páginas que siguen vamos a tratar de determinarla en función de algunos factores como la abundancia relativa de instrumentos que presenta el manual, la extensión dedicada a su descripción y la atención prestada a los experimentos con ellos.

4.2. LA EXPOSICIÓN DE INSTRUMENTOS EN MANUALES. ELEMENTOS DEL DISCURSO

Siguiendo nuestro estudio de manuales de orientación experimental, vamos a considerar ahora más especialmente los instrumentos que muestran. Así pues, estudiaremos la exposición de los aparatos y haremos una propuesta sobre los elementos que la componen.

Cuando en un manual aparece un instrumento pueden distinguirse diversos elementos expositivos. En ocasiones van entremezclados, otras no siguen el orden dado, y hay casos en que faltan algunos o se repiten otros. Esto se debe a que los autores no son tan sistemáticos como para desglosar la exposición siempre del mismo modo y presentarla siguiendo la misma secuencia.

Los elementos del discurso, de distinta procedencia y significación, podemos estructurarlos en los siguientes bloques:

= Marco del instrumento. Elemento: Fundamento teórico

= Núcleo principal. Elementos: 1) Finalidad; 2) Descripción / Funcionamiento (Método operativo).

= Casos especiales. Elementos: 1) Resultados y conclusiones (si el instrumento protagoniza un experimento²¹); 2) Aplicaciones (si es un instrumento tecnológico/cotidiano, de uso no científico).

Los elementos citados se desarrollan a continuación (todos los ejemplos que los ilustran están tomados de Beudant, 1841).

²¹ En este caso se le da especial relieve a “Método operativo” y a Conclusiones”.

Fundamento teórico.

Normalmente, el aparato suele aparecer en conexión con determinados principios o leyes, para:

- demostrarlos (p.ej. péndulo, pp.48-53: leyes)
- ponerlos de manifiesto (p.ej. tubo de vacío de Newton, pp.30-1: en ausencia de rozamiento los cuerpos caen por igual)
- medir alguna magnitud con ellos relacionada (p.ej. areómetros, p.181: medida de la gravedad específica de líquidos).

El fundamento teórico, es decir estos principios o leyes, puede referirse o bien al propio instrumento (p.ej. areómetro, p.181), o bien al método operativo seguido (p.ej. vaso con tubo lateral, p.178, para comprobar el principio de Arquímedes).

Finalidad.

Se suele señalar el empleo del instrumento. Entre sus finalidades puede estar:

- medir una magnitud, especificando ésta
- demostrar alguna ley o principio, o poner de manifiesto algún fenómeno
- mostrar el funcionamiento de algún aparato tecnológico o cotidiano
- servir para alguna investigación concreta
- constituir la fuente de algún agente físico (calor, luz, electricidad, corriente, magnetismo)
- ser utilizado a efectos recreativos.

A veces la misión del instrumento se despacha en una línea. Otras se omite por obvia. Con frecuencia va enlazada con el fundamento.

Descripción.

Se refiere a las piezas componentes y su relación entre sí, incluidas escalas, índices, etc. No es raro encontrar, además, las dimensiones del aparato para proporcionar una idea más exacta del mismo. Todo ello suele apoyarse en una figura, especialmente si el instrumento es complejo.

Alguna vez se adjunta el procedimiento de construcción de la escala del instrumento (p.ej. areómetro de Baumé, p.182), o incluso la construcción del propio aparato (p.ej. barómetro de mercurio, p.234).

En general, el material referido puede ser:

- Un instrumento-base (p.ej. balanza hidrostática)

- Un montaje con instrumentos diversos (p.ej. un montaje de óptica)
- Objetos cotidianos / Objetos multiuso de laboratorio (para hacer experiencias)

Funcionamiento.

Descripción y funcionamiento se ponen juntos porque con frecuencia su presentación resulta indistinguible, u otras veces aparece uno solo de los dos.

El funcionamiento se refiere sólo al aparato. Si es un instrumento de medida, el funcionamiento se reduce a la lectura de la escala, lo cual se omite por obvio. Si el instrumento (o el montaje) es más bien simple el funcionamiento suele ir unido a la descripción.

Habitualmente el funcionamiento viene conectado con el fundamento, ya que éste justifica al primero. Es en realidad una aplicación del fundamento a un caso concreto. En todo caso la explicación suele apoyarse, además, en una figura.

Con frecuencia se indican las limitaciones del aparato, en especial si es de medida.

Método operativo.

El método operativo es la secuencia de las operaciones normalmente centradas en el aparato y encaminadas a la obtención de unos resultados. El método operativo determina el papel del aparato en el conjunto de las operaciones. Hay que tenerlo en cuenta en caso de un experimento que ha de realizarse siguiendo varias etapas. En caso contrario huelga hablar de método operativo.

Si es un instrumento de medida directa, rara vez hay método operativo (o se omite por obvio). En el método operativo suele apreciarse una aplicación del fundamento referida al método (y no al instrumento).

Resultados y conclusiones.

Son esenciales si se utiliza el instrumento en un experimento.

Aquí pueden darse dos casos:

- Previamente se ha expuesto lo que debe ocurrir según la teoría, con lo cual el experimento sirve para corroborarla en un caso concreto (p.ej. sonómetro, pp.142-3).
- Si no se ha hecho así, el experimento sirve entonces como estrategia inductiva para llegar a resultados generales.

Aplicaciones.

Es el caso de los instrumentos tecnológicos. Se justifican con el fundamento o con el funcionamiento. En otros casos pueden confundirse con la finalidad del instrumento.

4.3. TIPO DE INSTRUMENTO Y ELEMENTOS EXPOSITIVOS

Cada tipo de instrumento (ver cap.5) suele insistir en unos elementos más que en otros. La exposición de éstos suele ir entremezclada, aunque la secuencia suele mantener un orden determinado en cada tipo. El fundamento está siempre presente y a veces aparece antes de referirse al instrumento. Hemos seleccionado un ejemplo prototípico de cada tipo de instrumento, donde se han marcado los elementos componentes. Para facilitar la lectura se han intercalado las correspondientes ilustraciones. Los ejemplos están tomados de Beudant, 1841. (Las ilustraciones, que aparecen en láminas desplegadas al final de la obra, se han colocado junto al texto).

Instrumentos de medida

Los elementos que suelen aparecer (con frecuencia en el orden indicado) son:

- * Finalidad

- (* Fundamento, frecuentemente entrelazado con el funcionamiento)

- * Descripción

- * Funcionamiento. Método operativo²²

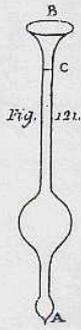
Si se añade, además, un experimento:

- * Resultados y Conclusiones

Estos elementos se aprecian, por ejemplo, en la exposición del areómetro de Fahrenheit (Beudant, p. 182).

²² El método operativo puede adjuntar un ejemplo numérico (p.ej. Beudant, pp.182-3)

peso es igual al suyo (325); se hunde tanto mas cuanto menos denso es el líquido. En este principio se funda la construcción de los areómetros (1).



336. *Areómetro de Fahrenheit.* — Es un tubo de vidrio cilíndrico con un pequeño peso en A (fig. 121, y terminado en B por una especie de platillo. En C está señalado con una rayita. Este instrumento en virtud de su propio peso se hunde en los líquidos mas ó menos. Añadiendo pesos mas ó menos considerables en el platillo se puede en todos los casos hacerle sumergir hasta la señal C, lo cual se llama *enrasar*. Desde luego puede servir para determinar facilmente los pesos específicos de los líquidos.

En efecto, el peso del instrumento, mas el que es preciso añadir en el platillo B para enrasarlo en el agua destilada, es el peso del volumen de agua desalojado; del mismo modo el peso del instrumento, mas el que se ha añadido para enrasarlo en otro líquido es el peso del volumen del líquido desalojado. Pero estos volúmenes son iguales, luego se tiene el peso del agua y del líquido propuesto en volúmenes iguales, por consiguiente hallando la razón entre estos dos pesos, se tiene el peso específico del líquido empleado, referido al del agua destilada que se toma por unidad.

(2) La expresión *areómetro* se deriva de *αραιος*, sutil, ligero, y *μετρον* medida, como si dijéramos *medida de ligereza*, porque el areómetro hace conocer cuanto es mas ligero ó pesado un líquido que otro.

El fragmento (1) corresponde a la descripción del aparato. Va seguido del funcionamiento (2) y termina el párrafo con una alusión a la finalidad (3). El párrafo (4) explica el fundamento. Se incluye la nota 2 [sic] a pie de página (5) que señala la finalidad de los areómetros.

Instrumentos de demostración

Los elementos que suelen aparecer (con frecuencia en el orden indicado) son:

- * Fundamento
- (* Finalidad)
- * Descripción
- * Funcionamiento. Método operativo
- * Resultados y Conclusiones²³

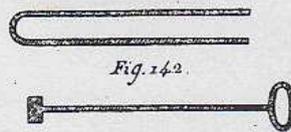
Estos elementos se aprecian, por ejemplo, en la exposición de la Fuente de compresión (Beudant, p. 214-6).

²³ En las conclusiones se demuestra el fundamento directamente, o a través de alguno de sus efectos.

397. *La elasticidad se patentiza en los gases por las mudanzas de volumen.*—Hemos visto que la elasticidad de los cuerpos sólidos, y sobre todo la de los líquidos resulta de una especie de movimiento oscilatorio de las moléculas (180), ó de una mudanza de forma (300); al contrario en los fluidos aeriformes, pues vamos á manifestar que su elasticidad jamas se manifiesta de otro modo que por medio de la mudanza del volumen.

Comprimiendo el aire en el tubo (*fig. 142*) se experimenta al momento una resistencia sumamente considerable producida por la tendencia del fluido á recuperar su volumen primitivo, es decir, por la elasticidad de que está dotado, la cual es tanto mayor cuanto mayor es la condensacion. En efecto si se cesa de apretar el émbolo, se le ve retroceder, y el fluido recupera su volumen primitivo si el rozamiento del émbolo sobre las paredes del vaso no es demasiado considerable. Esta fuerza elástica se manifiesta tambien por la velocidad con que sale el gas del vaso cuando encuentra salida, produciendo un silbido tanto mas fuerte cuanto mas comprimido se halla.

Se ha empleado de muchos modos la fuerza elástica del aire comprimido, originando varias máquinas, unas útiles, y otras de pura curiosidad y adorno en los gabinetes de física. Describiremos sucintamente algunas de ambas clases.



400. *Fuente de compresion.*—Se compone esta fuente de un vaso de paredes gruesas (*fig. 145*) lleno de agua hasta *ac*; *de* es un tubo que comunica hasta el fondo del vaso, y está fijo en *d* á la parte inferior de una llave, cuyo tornillo es *B*. Se atornilla en *A* una bomba (*fig. 144*) que tenga una válvula en *c* que se abra de alto á bajo, y se introduce aire en el vaso; este aire atraviesa el agua hasta llegar á ponerse en la parte *ab* sobre el agua, donde se condensa extraordinariamente. Despues de cierto número de emboladas se cierra la llave, y se sustituye á la bomba en *D* un surtidor.

El aire comprimido en la cavidad del vaso ejerce por todas partes una presión considerable; si se abre la llave *F* el agua sale por el surtidor con violencia hasta una altura considerable.

Fig. 144.

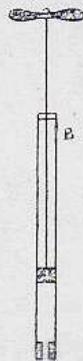
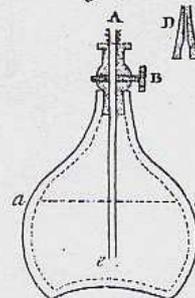


Fig. 145.



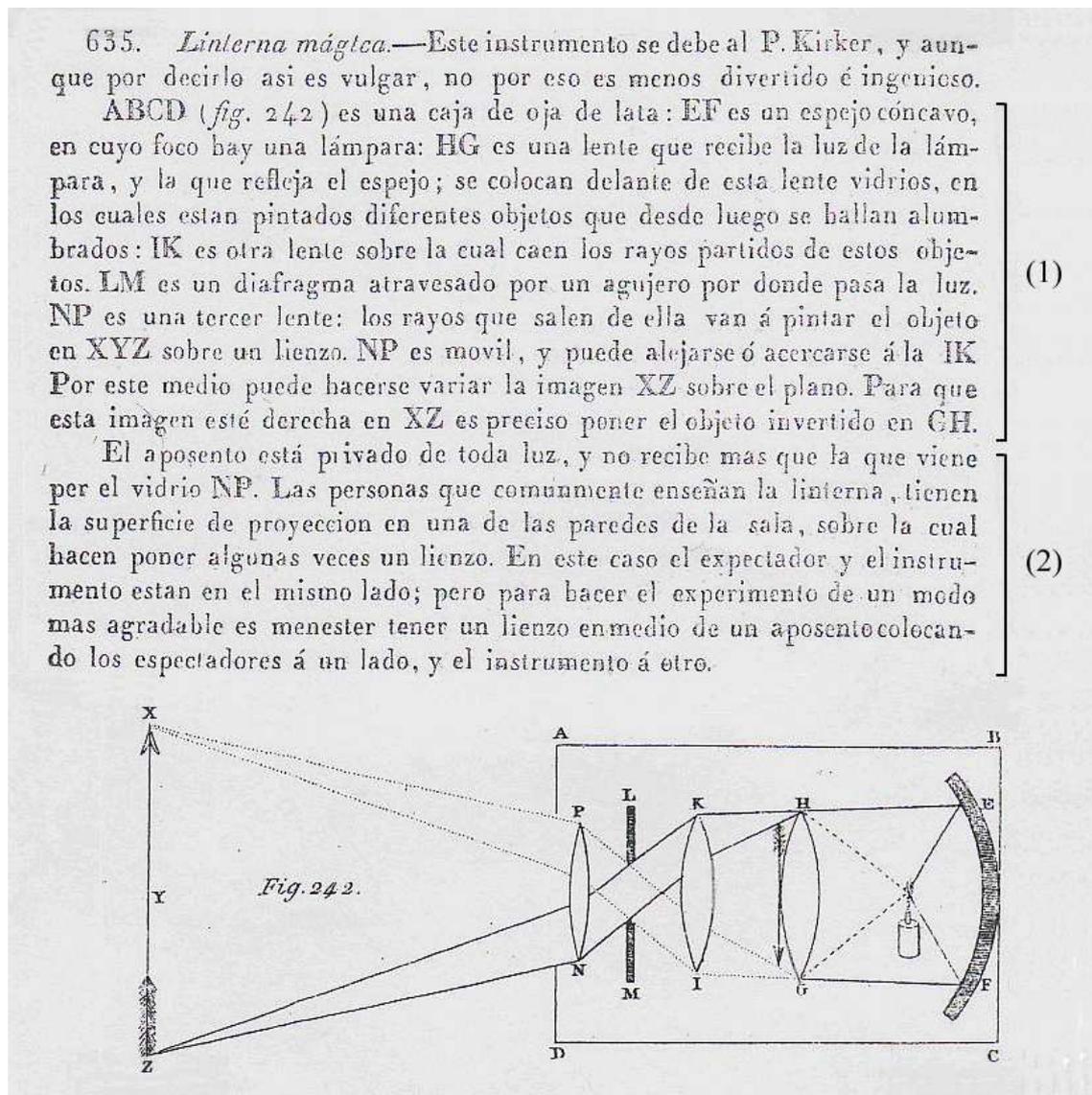
El aparato va precedido por un fundamento general (1), seguido de una finalidad común a aparatos que poseen el mismo fundamento (2). El aparato propiamente arranca con una descripción (3) y termina con el funcionamiento del mismo (4).

Instrumentos recreativos

Los elementos que suelen aparecer (con frecuencia en el orden indicado) son:

- * Fundamento²⁴
- * Descripción
- * Funcionamiento. Método operativo

Estos elementos se aprecian, por ejemplo, en la exposición del instrumento llamado Linterna mágica (Beudant, p. 373).



²⁴ A veces va al final para que lo presentado al principio resulte más sorprendente.

El párrafo (1) corresponde a la descripción, que aparece entremezclada con pinceladas del fundamento, ya tratado. El párrafo (2) está dedicado al funcionamiento y método operativo.

4.4. LAS ILUSTRACIONES EN LOS MANUALES

Antes se ha citado el papel que juegan las ilustraciones en la exposición de un aparato y, más concretamente, en su descripción y funcionamiento. Entonces, cualquier estudio que se pretenda realizar sobre los instrumentos científicos en manuales ha de atender a las ilustraciones como un aspecto muy importante a tener en cuenta (Wellington, 2001). En primer lugar debe considerarse la abundancia con que aparecen las ilustraciones en el manual y a continuación estudiar la relación entre éstas y el texto, así como las características de la propia ilustración.

La ilustración es una herramienta poderosa que refuerza el mensaje transmitido y sirve para que llegue más nítido al lector (Perales, Vílchez y Sierra, 2004). La finalidad de las ilustraciones es, pues, doble: incrementa la percepción del contenido y mejora su comprensión (Jiménez, Hoces y Perales, 1997). Por tanto, su abundancia y pluralidad puede ser indicio de calidad de un manual. Esto es válido siempre que dichas ilustraciones muestren un nivel mínimo de idoneidad. Históricamente, en los libros más antiguos este criterio no puede emplearse porque las dificultades de reproducción de las figuras eran importantes. Sí, en cambio, a partir de mediados del siglo XIX, en que estas trabas desaparecen gracias a las nuevas técnicas de impresión.

Otro aspecto a considerar es la relación entre texto e ilustración, o entre presentación verbal y representación iconográfica (Perales y Jiménez, 2004). En general, cabe distinguir tres tipos de situación:

- Texto sin ilustración. Es una pura presentación verbal de un objeto o un fenómeno.
- Texto con ilustración. El texto establece la correspondencia entre contenido e ilustración. La ilustración apoya al texto y éste a su vez ayuda a descifrarla.
- Ilustración sin texto. No hay correspondencia entre contenido e ilustración. El texto no alude a la figura. En este caso lo más frecuente es que la interpretación viene esbozada en el pie de la figura.

El primer tipo es frecuente en los libros más antiguos y tiende a desaparecer a lo largo del XIX en favor del segundo tipo. Algunos ejemplos referidos sólo a instrumentos citados en manuales:

Piquer (1745): 5 instrumentos sin ilustrar de 16 instrumentos, 31% sin ilustrar

Libes (1821): 34 de 73, 47% sin ilustrar

Beudant (1841): 19 de 96, 20%

Ganot (1854): 20 de 274, 7%

Rubio (1886): 57 de 383, 15%

Lozano (1911): 63 de 534, 12%

En cuanto al estudio de las ilustraciones en sí, constituye desde hace pocos años una línea de investigación en didáctica de las ciencias. Así Perales y Jiménez (2002), basándose en la categorización propuesta por Moles (1991), sugieren las siguientes categorías para el análisis iconográfico de libros de texto:

Fotografía; Dibujo figurativo; Dibujo figurativo + signos; Figurativa/signos normalizados; Dibujo esquemático; Dibujo esquemático + signos; Descripción en signos normalizados.

Todas ellas, según estos autores, son variaciones de dos categorías fundamentales que han sido aplicadas al estudio de las figuras presentes en los textos para la enseñanza de las ciencias:

- Ilustraciones en formato pictórico (figurativas)
- Ilustraciones que usan códigos simbólicos (no figurativas)

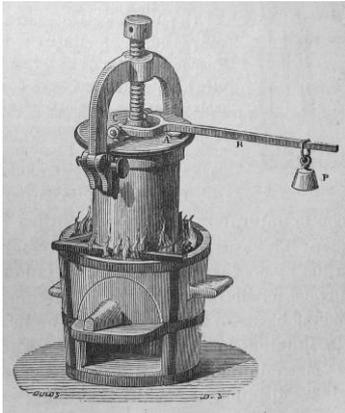
El estudio de manuales históricos desde el punto de vista de la iconicidad reviste un marcado interés. Nuestro objetivo es estudiar bajo este punto de vista las imágenes de los libros clave que hemos seleccionado. Aunque aquí se han considerado todas las figuras que aparecen, sean éstas de instrumentos de gabinete, de máquinas tecnológicas, o esquemas teóricos, se ha prestado muy especial atención a la representación de los primeros. El motivo es poder relacionar su presencia en los manuales de la época con el material experimental que poseían las cátedras en aquel momento.

Para llevar a cabo nuestro análisis vamos a emplear un esquema, basado en el anterior de Perales y Jiménez, que hemos reducido a cinco categorías:

Realista, Figurativa, Esquemática, Esquemático-mixta, Simbólica.

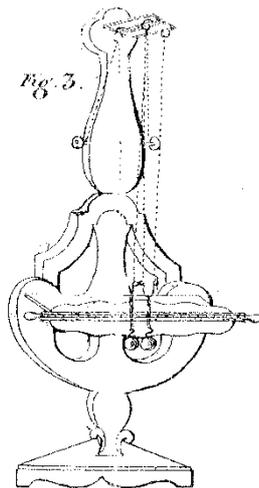
El grado de iconicidad disminuye progresivamente de Realista a Simbólica.

Ejemplos de ilustraciones



- Realista (p.ej. Márquez, p. 291).

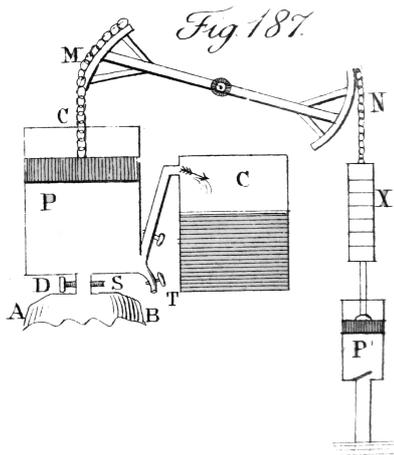
Puede ser un dibujo del natural de un aparato o acontecimiento. A veces muestra parte del mismo, o un corte para apreciar su constitución interna.



- Figurativa (p.ej. Libes, fig.3).

Reproduce un objeto o una situación imitando la realidad. Prescinde de algunos detalles (si prescinde de muchos se convierte en esquemática). Lo habitual es que lleve signos y etiquetas²⁵, o muestre cortes/despieces.

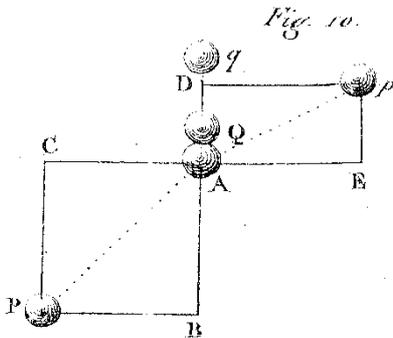
²⁵ Una etiqueta es un texto incluido en la ilustración y que ayuda a interpretarla. No confundir la etiqueta con el texto que forma el pie de las figuras. El pie y la ilustración (con las etiquetas) constituyen un todo. Respecto a las etiquetas podemos encontrarnos con las siguientes situaciones: ilustración sin etiquetas, con etiquetas identificativas (letras, n^{os}, palabras) y con etiquetas explicativas (frases).



- Esquemática (p.ej. Figares, fig.187)

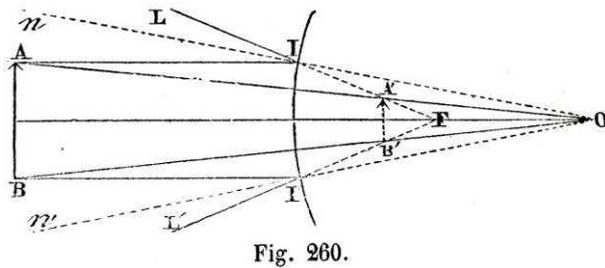
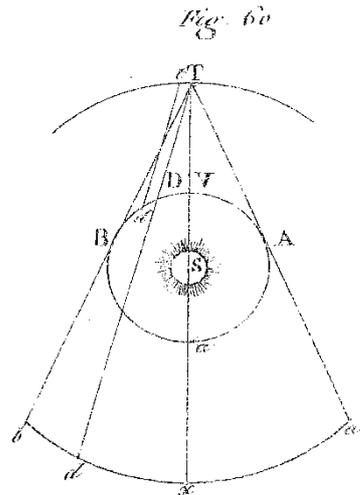
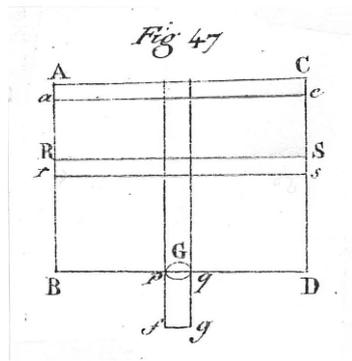
Prescinde de los detalles. Extrae de la realidad sólo los elementos esenciales.

Estas tres primeras poseen un formato pictórico o descriptivo. Su finalidad es la percepción del contenido.



- Esquemático-mixta (p.ej. Libes, fig. 10). Esquemática combinada con elementos simbólicos.

Cuando se duda entre clasificar una ilustración como esquemática o esquemático-mixta, el criterio a seguir puede ser: si la carga teórica es elevada, hacerlo en la segunda (p.ej. Libes, fig.47: vaso de agua con agujero en el fondo). Esto sucede con frecuencia cuando hay sobrecarga de elementos geométricos (p.ej. Libes, fig.60).



- Simbólica (p.ej. Feliú, p.237)
 Muestra sólo elementos simbólicos, como vectores, trayectorias, rayos, elementos eléctricos, representaciones geométricas, etc. y sus relaciones, es decir, representa acciones o magnitudes inobservables.

Estas dos últimas categorías son las formas de representación más alejadas de la realidad. Prima la representación de las relaciones. La finalidad es la comprensión del contenido. Exigen mayor esfuerzo de interpretación, especialmente las simbólicas.

4.5. LA PRESENCIA DE ILUSTRACIONES DE INSTRUMENTOS.

RESULTADOS

Sobre la serie de libros clave, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de los mismos centrado en los instrumentos que muestran. Las listas detalladas de instrumentos y sus características se dan en el Anexo 1. Se ha tomado nota de si vienen o no ilustrados y de la mayor o menor extensión dedicada a su exposición, incluida la realización de algún experimento.

Conviene recordar que nuestro trabajo trata de los instrumentos de gabinete, definidos por el rasgo común de estar diseñados con propósitos escolares. Dejamos, pues, a un lado las ilustraciones que no se refieran a ellos, como la mayor parte de las simbólicas (p.ej. diagrama de fuerzas), o las que representan maquinaria pesada (p.ej. ferrocarril). No obstante, sí se contabilizarán los datos globales de éstas, a efectos relacionales.

Por otra parte, hay que precisar también que se considera que una ilustración está representando a un instrumento siempre que éste aparezca de alguna forma en la imagen, ya sea dicha imagen realista o tan esquemática que sólo esboza el contorno de la parte esencial del instrumento, como por ejemplo el caso de las lentes. No se considera, en cambio, representado un instrumento si sólo aparece alguno de los efectos producidos por su intervención, como por ejemplo, la ilustración del espectro producido por un prisma.

Se ha realizado un estudio en los manuales elegidos acerca de las figuras que presentan, concediéndole una especial atención a las referentes a instrumentos. Los resultados de dicho estudio se ofrecen en dos tablas, una de manuales universitarios (Tabla 4.1) y otra de secundaria (Tabla 4.1.S). En cada una se han puesto datos referentes a las figuras, su abundancia total y las de instrumentos de gabinete, y también relaciones en las que interviene alguna de éstas, como la de figuras totales y figuras de instrumentos por página. La primera da idea del grado de ilustración del libro y la segunda, de la atención prestada a los instrumentos, que tiene una estrecha conexión con el carácter experimental del texto.

MANUAL	P_T	F_T	F_I	F_T/P_T	F_I/F_T
Libes (1821)	613	154	59	0,25	0,38
Beudant (1841)	514	306	77	0,60	0,25
Ganot (1854)	695	422	254	0,61	0,60
Rubio (1886)	563	561	326	0,99	0,58
Lozano (1911)	905	737	474	0,81	0,64

Tabla 4.1. Ilustraciones en los manuales universitarios.

MANUAL	P _T	F _T	F _I	F _T /P _T	F _I /F _T
Valledor (1848)	290	171	130	0,59	0,76
Fígares (1866)	425	330 ²⁶	236	0,78	0,72
Feliú (1874)	404	384	275	0,95	0,72
Márquez (1892)	548	578	457	1,05	0,79
Mir (1925)	454	523	330	1,15	0,63

Tabla 4.1.S. Ilustraciones en manuales de secundaria.

F_T: figuras totales, *F_I*: figuras de instrumentos, *F_T/P_T*: figuras por cada página, *F_I/F_T*: relación figuras de instrumentos y figuras totales

4.6. ANÁLISIS DE ILUSTRACIONES EN MANUALES. RESULTADOS

Ejemplos

Para mostrar la manera en que vamos a proceder el análisis iconográfico, se ofrece su desarrollo en dos ejemplos concretos.

* *Tratado de Física* (1821) de Libes

Este manual se compone de tres tomos y tiene un número total de páginas, excluidas las de química, de P_T = 613, ilustradas por F_T = 154 figuras. Entre ellas aparecen F_I = 59 que corresponden a instrumentos de gabinete²⁷ (ver datos en el Anexo 1.1).

Tras el examen de cada figura del libro se clasifican, según las categorías conocidas (ver Anexo 3). Entre paréntesis se señalan las que representan instrumentos de gabinete.

Realistas : 0 Esquemático-mixtas : 37 (4)
 Figurativas : 24 (21) Simbólicas : 67 (21)
 Esquemáticas : 26 (13)

Así pues, tenemos:

²⁶ Son 330 figuras contando los desdoblamientos: 77-2ª, 321B, etc.

²⁷ Hay que advertir que 59 se refiere a figuras de instrumentos de gabinete. El número de éstos no coincide con el anterior, pues puede haber instrumentos que no vienen ilustrados y otros que pueden mostrar más de una figura.

Figurativas+Esquemáticas : 50 (34). En porcentaje del total: 32% (22%)

Esquemático-mixtas+Simbólicas: 104 (25). En porcentaje del total: 68% (16%)

Considerando las figuras y páginas totales, la relación es de: $F_T/P_T = 0,25$ figs/pag.

Por otra parte, tenemos una relación de figuras de instrumentos a figuras totales de: $F_I/F_T = 59/154 = 0,38$.

* *Física moderna, racional y experimental* (1745) de Piquer

El texto tiene casi un siglo de antigüedad respecto al anterior y, pese a su título, está muy lejos del nuevo enfoque. Tiene un número total de páginas de $P_T = 427$, ilustradas por $F_T = 29$ figuras. Entre ellas aparecen $F_I = 14$ que corresponden a instrumentos de gabinete (ver datos en el Anexo 1.0).

Del mismo modo que antes, la clasificación de las figuras es ahora:

Realistas : 0	Esquemático-mixtas : 3 (0)
Figurativas : 13 (11)	Simbólicas : 6 (0)
Esquemáticas : 7 (6)	

Así pues, tenemos:

Figurativas+Esquemáticas : 20 (17). En porcentaje del total: 69% (59%)

Esquemático-mixtas+Simbólicas: 9 (0). En porcentaje del total: 31% (0%)

Considerando las figuras y páginas totales, la relación es de: $F_T/P_T = 0,07$ figs/pag.

Por otra parte, tenemos una relación de figuras de instrumentos a figuras totales de: $F_I/F_T = 14/29 = 0,48$.

* *Conclusiones de los ejemplos*

= El Piquer se revela muy poco ilustrado con relación al Libes (Piquer: $F_T/P_T=0,07$ y Libes: 0,25 figs/pag).

= Las ilustraciones figurativas y esquemáticas (F+E) en el Piquer duplican en porcentaje a las del Libes y, por tanto, en las esquemático-mixtas y simbólicas (EM+S) es el Libes el que supera al Piquer. Posiblemente esto es debido a que el Libes aporta un cuerpo doctrinal incipiente centrado en la física moderna que moviliza más figuras de carácter teórico.

= En cuanto a la relación entre figuras de instrumentos y figuras totales, el Piquer muestra una

proporción superior al Libes (Piquer: $F_I/F_T=0,48$ y Libes: $F_I/F_T=0,38$). Esto podría deberse a la razón que acaba de darse. Así, el Libes emplea un mayor porcentaje de sus ilustraciones en mostrar la base teórica de la física moderna que contiene.

= Esta última afirmación viene corroborada por la abrumadora mayoría de figuras simbólicas (67) del Libes, frente al reducido número del Piquer, que muestra la tendencia opuesta. En lo que ambos coinciden es en la inexistencia de figuras realistas, las cuales adquirirían un predominio absoluto a partir de la mitad del XIX, según la pauta marcada por el Ganot.

= Las ilustraciones de instrumentos son mayoritariamente figurativas en ambos manuales (11 y 21), aunque también son frecuentes las de tipo esquemático (6 y 13). La diferencia es marcada por las simbólicas, de las que el Libes tiene una amplia representación (0 y 21), aunque salvo alguna excepción todas pertenecen a la óptica.

Resultados del análisis en manuales

Se han revisado las ilustraciones de los manuales elegidos y se han clasificado según las cinco categorías propuestas (Anexo 11). Se ha estimado conveniente considerar también estas categorías reducidas a dos grupos:

Realistas, Figurativas o Esquemáticas y Esquemático-mixtas o Simbólicas

El motivo es que los porcentajes de ambos aportan un indicio del carácter del manual: más empírico o más teórico. A este respecto, no es de extrañar que, como demuestran los resultados, un libro de tendencia escolástica (p.ej. el Piquer) arroje un mayor porcentaje de instrumentos, puesto que carece de fundamentación teórica basada en la física moderna, la cual siempre exige un mínimo aparato simbólico a efectos explicativos.

En las tablas 4.2 y 4.2.S se recogen los resultados de este estudio y en sus dos últimas filas se dan los dos grupos citados. Estos se han representado en un diagrama (Fig. 4.1) para mostrar mejor su evolución.

Tipo de ilustraciones	Libes (1821)	Beudant (1841)	Ganot (1854)	Rubio (1886)	Lozano (1911)
R	0	0	210	404	505
F	24	60	36	38	13
E	26	93	65	17	40
EM	37	42	16	36	40
S	67	111	95	66	139
R+F+E	32%	50%	74%	82%	76%
EM+S	68%	50%	26%	18%	24%

Tabla 4.2. Tipos de ilustraciones en los manuales universitarios.

Tipo de ilustraciones	Valledor (1848)	Fígares (1866)	Feliú (1874)	Márquez (1892)	Mir (1925)
R	5	3	250	417	203
F	26	154	19	16	77
E	69	91	12	20	64
EM	21	29	58	35	41
S	50	53	45	90	138
R+F+E	58%	75%	73%	78%	66%
EM+S	42%	25%	27%	22%	34%

Tabla 4.2.S. Tipos de ilustraciones en manuales de secundaria.

R: realista, **F:** figurativa, **E:** esquemática, **EM:** esquemático-mixta, **S:** simbólica

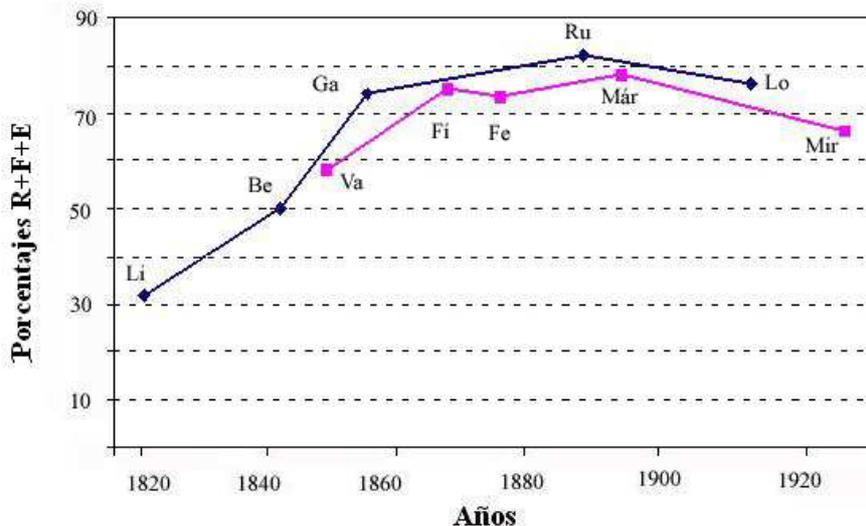


Figura 4.1. Evolución cronológica del tipo de figuras en los manuales
 Color azul: manuales universitarios; color rosa: manuales de secundaria

4.7. CARÁCTER EXPERIMENTAL DE UN MANUAL. ÍNDICE GLOBAL

Hasta el momento hemos visto en nuestro estudio que determinadas variables, utilizadas en el análisis de manuales y relacionadas con los instrumentos, pueden darnos pistas, más o menos sólidas, acerca del carácter experimental del manual considerado. Vamos a tratar ahora de elegir unos cuantos factores característicos, derivados de dichas variables, y reunirlos en una fórmula que nos proporcione un índice más fiable del carácter experimental del manual en cuestión.

Para realizar tal operación se ha partido de cuatro variables básicas como son el número total de páginas del libro (P_T), el número de instrumentos de gabinete que reseña (I), el número total de páginas dedicadas a la exposición de dichos instrumentos (P_I) y el número de figuras dedicadas a los instrumentos (F_I). Se ha efectuado entonces un análisis exhaustivo de cada manual tras el cual se han obtenido los datos correspondientes de P_T , I y P_I (Anexo 1). Esta recogida se ha llevado a cabo siguiendo unas normas preestablecidas para permitir la comparación de los datos de los distintos manuales. Brevemente se especifican a continuación.

- P_T : No se consideran las páginas del prólogo. Tampoco se incluyen los índices aunque estén numerados. Si el libro tiene partes de química, éstas no se cuentan. Los apéndices

se consideran (aunque no vengan paginados), excepto cuando se emplean sólo en suministrar datos numéricos (tablas, conversiones de unidades, etc.). Si el manual tiene láminas desplegadas de figuras, cada una, dado su tamaño, se ha considerado en el recuento como dos páginas.

- I: Se recalca que se trata de instrumentos que pueden estar presentes en un gabinete. Hay que excluir por tanto máquinas y artefactos (p.ej. globo aerostático). Se van a considerar los genéricos (p.ej. lentes) como un solo instrumento.

- P_I : Se incluyen los núcleos fundamentales, así como las experiencias que protagonizan. No se incluyen la extensión de las figuras (el número proporcional de éstas, F_I/F_T , será tenido en cuenta en el índice global).

- F_I : No ha de coincidir con I, pues hay instrumentos sin figuras y otros que se ilustran con varias de ellas.

La combinación de estas variables va a permitir elaborar determinados factores que servirán para comparar con más fundamento unos manuales con otros en cuanto a su carácter experimental, así como deducir tendencias en aspectos relacionados con la enseñanza de la disciplina. Tras un estudio pormenorizado hemos apreciado como más idóneos:

- I/P_T : Número de instrumentos por término medio que aparece en cada página.

- P_I/P_T : Porción (media) de página empleada en la exposición de instrumentos.

- F_I/P_T : Número (medio) de figuras de instrumentos por página.

No se han considerado otros posibles factores como P_I/I , número medio de páginas empleado en la exposición de cada instrumento, o F_I/F_T , relación entre las figuras de instrumentos y las figuras totales. El primero presenta el inconveniente de que, aplicado a un manual con pocos instrumentos y que hable algo de ellos, alcanza un valor elevado (p.ej. el Piquer arroja un valor de 0,84, igual que el Ganot). El segundo adquiere una cuantía insólita para un manual poco ilustrado y con pocos instrumentos (p.ej. el Piquer da 0,48, por encima del Libes con 0,38). Por estos motivos se ha creído más adecuado utilizar las variables P_I y F_I en forma de P_I/P_T y F_I/P_T , factores que no presentan los anteriores inconvenientes.

Los tres factores elegidos, revelando por separado el mayor o menor protagonismo concedido a los instrumentos, pueden dar idea del carácter experimental de un determinado manual respecto a los demás. Es la unanimidad de los factores apuntando en el mismo sentido lo que da seguridad al resultado.

Así pues tenemos lo siguiente:

I/P_T .- Un valor alto indica que el manual presta mucha atención a los instrumentos. Por tanto es indicio de un carácter experimental acentuado.

P_I/P_T .- Un valor alto revela un gran protagonismo de los instrumentos y, por tanto, un carácter muy experimental. Si es excesivo, se deduce un nivel teórico moderado o pequeño. Este factor puede discriminar entre dos manuales de carácter experimental cuál describe con más detenimiento los instrumentos que muestra.

F_I/P_T .- Cuanto mayor sea su valor, más atención presta a los instrumentos y muy probablemente su carácter experimental es más acusado.

Índice global

Como se ha indicado, la última etapa que queda es la de reunir los factores anteriores en una fórmula que proporcione un índice global, siempre más seguro que si se toman aisladamente. Es interesante pues tener un índice que pueda dar idea del carácter experimental de un manual, aunque sea de modo aproximado y en términos relativos.

La tarea inmediata a realizar es construir una fórmula con estos factores, pero es cierto que pueden combinarse de forma diversa e incluso sin alguno de ellos. Por otra parte, es fácil adivinar que los tres factores en juego no tienen la misma importancia acerca del carácter experimental. Consideramos que es I/P_T , donde figura la variable I , el más influyente; P_I/P_T , que contiene la variable P_I , el segundo en importancia; y F_I/P_T , el tercero, pues el número de figuras de instrumentos, F_I , es más contingente. Tras ensayar varias posibilidades, esta idea nos ha guiado a la siguiente fórmula, que al aplicarle algunos datos disponibles, da lugar a números simples y asequibles:

$$\text{Ind} = 3 I/P_T + 2 P_I/P_T + F_I/P_T$$

Esta ecuación no debe ser entendida como una ecuación física que cumple las normas del análisis dimensional. Más bien debe ser contemplada como una reunión de factores que muestran el carácter experimental y que arroja resultados globales comparativos. No debe esperarse de ella una exactitud rigurosa ya que alguno de los factores es aproximado²⁸. Además, ya se ha dicho (ap. 4.1) que la presencia de instrumentos es el

²⁸ A veces los manuales incluyen párrafos en letra pequeña, lo que hace que los resultados del recuento del número de páginas sean menos preciso, pues el principio de igualdad se difumina. No obstante, de cara a unos resultados globales, y además comparativos, esto no influye de modo decisivo.

factor principal pero no el único del carácter experimental de un manual. En efecto, lo experimental no es marcado sólo por instrumentos específicos. Por ejemplo, Rubio (1886: 78), para probar el equilibrio de líquidos superpuestos en razón de sus densidades, utiliza el llamado “frasco de los cuatro elementos”, es decir, un simple frasco en el que se introduce, entre otros, mercurio, agua y aceite. Pero como estos experimentos son minoritarios y son practicados por todos los autores, no influyen en demasía en los resultados globales comparativos.

Ejemplo de aplicación

Vamos a ejemplificar lo que acaba de ser expuesto sobre un manual concreto, el Beudant.

Del Anexo 1 y la Tabla 4.1 podemos extraer los siguientes datos:

Total de páginas del manual: $P_T = 514$

Total de instrumentos de gabinete: $I = 96$

Páginas dedicadas a la descripción de estos instrumentos: $P_I = 88$

Número de figuras de instrumentos: $F_I = 77$

De los datos anteriores se deducen las siguientes relaciones:

Instrumentos por página: $I/P_T = 96/514 = 0,19$ instr/pag

Porción de página empleada en la exposición de instrumentos: $P_I/P_T = 88 / 514 = 0,17$

Número de figuras de instrumentos por página: $F_I/P_T = 77/514 = 0,15$ fig/pag

Con lo que resulta un valor para el índice global de:

$$\text{Ind} = 3 \times 0,19 + 2 \times 0,17 + 0,18 = 1,06$$

Resultados del análisis de manuales

Pasamos a continuación a ofrecer los resultados de nuestra investigación referida a los manuales seleccionados.

MANUAL	P_T	I	P_I	F_I	I/P_T	P_I/P_T	F_I/P_T	Índice global
Libes (1821)	613	73	96	59	0,12	0,16	0,10	0,78
Beudant (1841)	514	96	88	77	0,19	0,17	0,15	1,06
Ganot (1854)	695	274	235	254	0,39	0,34	0,37	2,22
Rubio (1886)	563	383	146	326	0,68	0,26	0,58	3,14
Lozano (1911)	905	534	201	474	0,59	0,22	0,52	2,73

Tabla 4.3. Variables, factores e índices de manuales universitarios.

MANUAL	P_T	I	P_I	F_I	I/P_T	P_I/P_T	F_I/P_T	Índice global
Valledor (1848)	290	158	72	130	0,54	0,25	0,45	2,57
Fígares (1866)	425	294	145	236	0,69	0,34	0,56	3,31
Feliú (1874)	404	316	163	275	0,78	0,40	0,68	3,82
Márquez (1892)	548	359	154	457	0,66	0,28	0,83	3,37
Mir (1925)	454	265	90	330	0,58	0,20	0,73	2,67

Tabla 4.3.S. Variables, factores e índices de manuales de secundaria.

P_T : número de páginas totales del libro; I: número de instrumentos de gabinete que reseña; P_I : número de páginas del libro dedicadas a la exposición de dichos instrumentos.

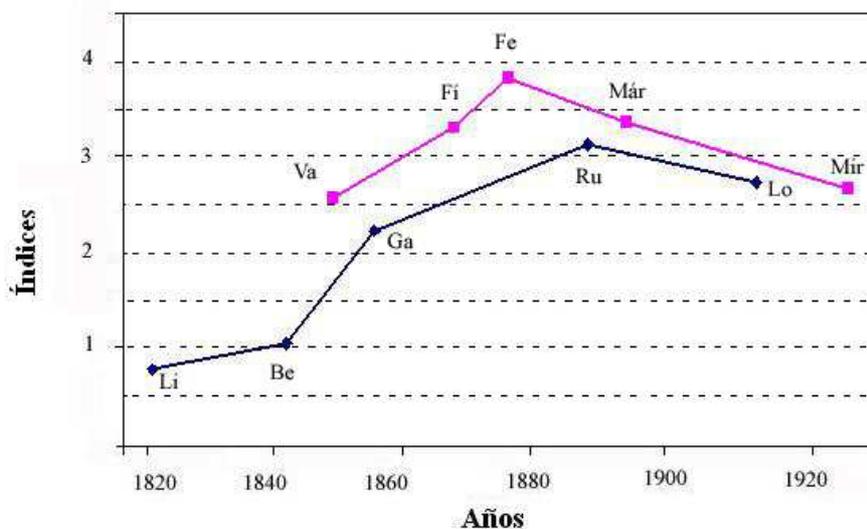


Figura 4. 2 Evolución del índice global

Color azul: manuales universitarios; color rosa: manuales de secundaria

4.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Vamos a señalar algunas tendencias que expresan los datos de las Tablas 4.1, 4.1.S, 4.2, 4.2.S, 4.3 y 4.3.S. Es cierto que para cimentar mejor las afirmaciones sería necesaria una muestra de mayor número de manuales, pero, aún con los estudiados, se ponen de manifiesto ciertas tendencias.

= La abundancia de ilustraciones (Tablas 4.1 y 4.1.S, F_T) sigue una marcha ascendente desde principios de siglo. Como el volumen de los manuales (P_T) no oscila en demasía (excepto a partir del último tercio del siglo), la abundancia relativa de ilustraciones (F_T/P_T) sigue también una línea ascendente. Puede considerarse que a partir de mediados de siglo los manuales se encuentran más que suficientemente ilustrados. Por otra parte, a partir de mediados de siglo se estabiliza la proporción de las figuras de instrumentos (F_I/F_T) una vez alcanzado un nivel superior al de las demás.

= En cuanto a la tipología de las ilustraciones (Tablas 4.2 y 4.2.S), en la primera mitad del siglo XIX no aparecen figuras de tipo realista (R), pero a partir de la mitad del siglo se dispara su número. Es el Ganot quien marca el tránsito gracias a la incorporación de numerosos grabados de muy alta calidad.

= Se evidencia hacia la mitad de siglo un cambio de tendencia a favor de una mayor abundancia de las figuras de tipo pictórico (R+F+E) frente a las de tipo teórico (EM+S). A partir de entonces se repite muy aproximadamente la relación de los porcentajes de ambas: $R+F+E / EM+S : 3/1$.

= Puesto que la mayor parte de los instrumentos se representan por ilustraciones de tipo R, F o E (excepto los de óptica que suelen elegir el tipo S), el punto anterior revela un aumento del carácter instrumentalista de los manuales que se estabiliza en la segunda mitad del siglo (Fig. 4.1).

= Entre los manuales universitarios se produce un salto hacia la mitad del siglo acerca de la abundancia de instrumentos descritos (Tabla 4.3, I/P_T). Rubio alcanza una cifra alta: 0,68 instr/pag. Ganot no llega a niveles llamativos (otra cosa es la calidad de sus ilustraciones). En los manuales de secundaria se describen más instrumentos que en los universitarios del mismo tiempo. Destaca Feliú con una cifra llamativa: 0,79 instr/pag.

= Es el Ganot, con diferencia, el que más comenta los instrumentos (Tabla 4.3, P_I/P_T). Le sigue Rubio que aunque ofrece más instrumentos, les dedica menos atención. El Lozano, que muestra con 542 la mayor cantidad de instrumentos, menos aún dedica a comentar cada uno. Entre los manuales de secundaria es Feliú el más destacado. La tendencia disminuye al adentrarnos en el siglo XX.

= En cuanto a la densidad de ilustraciones (F_I/P_T) hay que tener en cuenta el cambio en los métodos de impresión de manuales que facilita un amplio despliegue de ilustraciones intercaladas en el texto. Esto arranca a mediados de siglo y se impone de forma generalizada alrededor de los años 1870 (Moreno, 2000: 90). Las ilustraciones representan mayoritariamente instrumentos y son, además, de carácter realista o figurativo. Destaca Rubio, seguido por Lozano pese a su volumen, que casi duplica en número de páginas al primero. En esta característica no alcanza a los anteriores, pero compensa con creces la densidad algo menor de ilustraciones por la calidad de las mismas que han sido difícilmente superables.

= Los manuales de secundaria aparecen siempre más ilustrados que los universitarios de la misma época, lo cual es normal para facilitar la comprensión y hacerlos más atractivos a alumnos más jóvenes. Es espectacular el caso de Márquez con una media de 0,83 figs/pag.

= El índice global, calculado como antes se ha establecido, señala que el nivel experimental de la física presentada es mayor en Rubio (Ind=3,14), que en general da un gran protagonismo a instrumentos ($I/P_T=0,68$), presta mucha atención a sus

descripciones ($P_I/P_T=0,26$) y destaca en la abundancia de sus ilustraciones ($F_I/P_T=0,58$). Marchan a continuación Lozano y Ganot (de las ediciones analizadas) y a mayor distancia Beudant y Libes. Entre los de secundaria la tendencia es inicialmente una subida que llega hasta Feliú y, a partir de ahí, se produce un descenso continuo.

= Los manuales de secundaria alcanzan un índice siempre por encima de los universitarios (Fig. 4.2). Se aprecia en todos ellos un remonte que alcanza su máximo alrededor de 1880. A continuación comienza el descenso, tanto más pronunciado cuanto más nos adentramos en el siglo XX.

4.9. ESTUDIO DE MANUALES A MICROESCALA

Puesto que en el estudio que acabamos de realizar la recopilación de la totalidad de los datos en cada manual es sumamente laboriosa, vamos a ensayar hacer el mismo trabajo a microescala. De este modo, si los resultados obtenidos son semejantes a los primeros, podremos utilizar este procedimiento simplificado en lugar del global.

El problema entonces es seleccionar las muestras. Para ello es deseable es que las muestras recogidas de cada manual sean de la misma temática. Pero ¿cuál elegir? Como a lo largo del siglo XIX surgen en física nuevos campos de estudio, o se desarrollan de modo desigual los existentes, a fin de hacer más fiables las comparaciones, nos vamos a centrar en una temática que está presente a lo largo de todo el siglo y permanece prácticamente inamovible: la hidrostática.

A fin de perfilar el campo de estudio hemos considerado dentro de la hidrostática los tópicos siguientes:

Características generales de líquidos, presión hidrostática, condiciones de equilibrio (vasos comunicantes), principio de Pascal y prensa hidráulica, principio de Arquímedes y flotación, densidades: areómetros.

No se han considerado otros como: capilaridad, hidrodinámica, bombas y sifones.

En cada manual la hidrostática se encuentra expuesta en las siguientes páginas: Libes, pp.I-93-116+láminas. Beudant, pp.170-183+láminas. Ganot, pp.53-86. Rubio, pp. 69-94. Lozano, pp.170-196.

De cada uno se recogen los datos siguientes:

p_t : Total de páginas que ocupa (+ figs. en láminas si es el caso).

i : Número de instrumentos de gabinete que aparecen.

p_i : Total de páginas dedicadas a instrumentos (incluidas las figuras).

f_i : Figuras de instrumentos.

Los datos que permiten calcular el índice global simplificado de los manuales se dan a continuación en la Tabla 4.4.

MANUAL	p _t	i	p _i	f _i	i/p _t	p _i /p _t	f _i /p _t	Índice simplif.
Libes (1821)	25½	6	7¼	6	0,24	0,28	0,24	1,52
Beudant (1841)	16	7	4¼	11	0,44	0,27	0,69	2,55
Ganot (1854)	34*	18	17¾	17	0,53	0,52	0,50	3,13
Rubio (1886)	26	22	13½	27	0,85	0,52	1,04	4,63
Lozano (1911)	27*	20	7¼	22	0,74	0,27	0,81	3,57

Tabla 4.4. Variables, factores e índices de instrumentos de la parte de hidrostática de manuales universitarios.

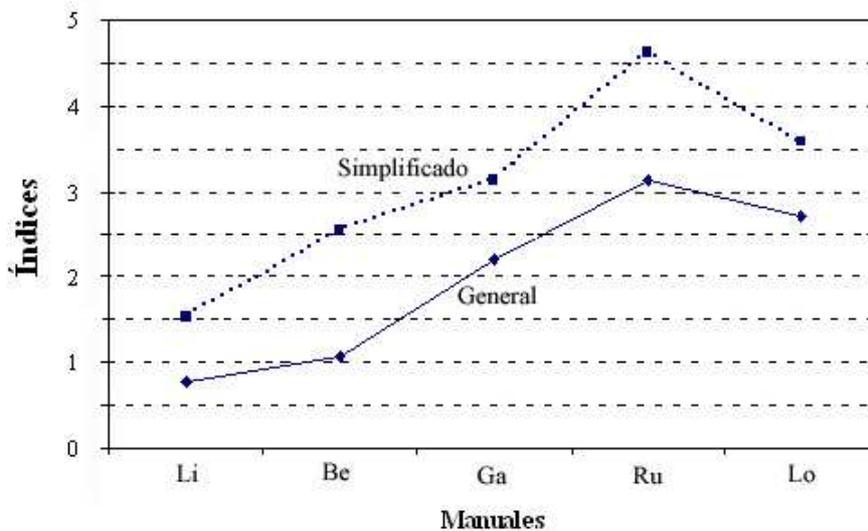


Figura 4.3. Comparación de los índices general (línea continua) y simplificado (discontinua) de manuales universitarios.

Al comparar los datos del índice global y del índice simplificado (Tablas 4.3 y 4.4) se pone de relieve una evolución semejante, lo que se advierte claramente en la gráfica de la figura 4.3.

Los valores más altos del procedimiento simplificado (Fig. 4.2) se deben a que la temática elegida, la hidrostática, se presta más que otras al recurso a los instrumentos. Esto se concreta en los valores que muestran los factores i/p_t y f_i/f_t frente a I/P_T y F_I/F_T .

En conclusión, puesto que son los valores relativos de los índices los que cuentan para comparar el carácter experimental de un manual, el índice simplificado, al concordar con el índice global, es fiable y podría entonces utilizarse para realizar esta operación de manera más sencilla.

CAPÍTULO 5

LOS INSTRUMENTOS EN LOS GABINETES ESCOLARES

5. 1. EXPERIMENTALISMO E INSTRUMENTOS

Cualquier manual de física de los siglos XVIII y XIX que siga el enfoque experimental promueve el establecimiento de lazos estrechos entre teoría y realidad. El experimentalismo consiste en esencia en apoyar la teoría mediante experimentos probatorios. Es evidente que para una enseñanza con esta orientación es necesario contar con instrumentos científicos que eviten el riesgo de caer en una enseñanza puramente libresca. Así pues, los instrumentos, recluidos hasta entonces en los laboratorios, extienden su dominio a los gabinetes, gracias a instrumentos que ya no están al servicio de la investigación sino de la enseñanza. Estos instrumentos están diseñados con propósitos didácticos y serán utilizados para mostrar y demostrar a los escolares los fenómenos y leyes de la ciencia. Ellos formarán la parte principal de los instrumentos de gabinete.

La tendencia que acaba de apuntarse se pone en evidencia siguiendo la transformación que experimentan los instrumentos de medida. Para adaptarlos a las necesidades escolares se simplifica su diseño, facilitando así su lectura e interpretación. De este modo, instrumentos especialmente delicados y de difícil ajuste terminan adecuándose al uso que se les da en los centros educativos.

Especialmente esclarecedor es el ejemplo de los instrumentos de medida de magnitudes eléctricas, que se introducen en la enseñanza tras haberse empleado y perfeccionado en investigaciones llevadas a cabo por científicos consagrados. Su evolución puede seguirse a través de los manuales. En los más antiguos (Libes, 1821; Beudant, 1841) se describen instrumentos muy rudimentarios para la medida de corrientes eléctricas y nada sencillos de utilizar, como la mesa de Ampère, solenoides y alambres móviles, etc. En Ganot (1854) ya se describe el galvanómetro, aún un tipo muy rudimentario (multiplicador de Schweigger). Los manuales posteriores dan cumplida cuenta de los adelantos en esta cuestión. Así por ejemplo, Feliú (1874) incluye los galvanómetros de Nobili y Ruhmkorff, y Lozano (1911) los de Despretz, D'Arsonval, Bourbouze y Thomson, además de varios tipos de amperímetros (ver

tablas del Anexo 1). Paralelamente, los fabricantes van ofreciendo, conforme se consolida el uso escolar de estos instrumentos, modelos expresamente creados para la enseñanza. Estos modelos son especialmente fáciles de usar y están provistos de escalas de grandes dimensiones para su fácil lectura por parte de un numeroso grupo de alumnos. Como ejemplo de lo que acaba de decirse se muestra (Fig 5.1) el galvanómetro ofrecido en el catálogo de L. E. Knott de 1912 (Knott, 1912: 434).



Fig. 5.1 Galvanómetro para uso escolar L. E. Knott (1912)

5. 2. EL MATERIAL EXISTENTE EN GABINETES

Un paso imprescindible en nuestra investigación es acceder a las colecciones de instrumentos que constituyen los gabinetes antiguos. Algunas veces la catalogación ha sido hecha y podemos encontrarla en la bibliografía, otras hemos tenido que realizarla nosotros. De una u otra manera, el arranque del proceso es hacer el inventario de la colección, lo cual puede conllevar problemas nada despreciables de identificación. Una vez superada esta etapa podemos pasar a investigar la colección.

La investigación del material de un gabinete suele iniciarse haciendo una primera clasificación del material en bruto encontrado. Entre este material puede haber:

- (a) Instrumentos completos o casi completos.
- (b) Accesorios de instrumentos. A veces el accesorio es la parte fundamental de la experiencia. Por ejemplo, el tubo de caída en el vacío se presenta como un accesorio de la máquina neumática, cuando en realidad ésta actúa subordinada al tubo, que es donde tiene lugar la experiencia.
- (c) Fragmentos de instrumentos. Ya que es muy frecuente que el paso del tiempo y la falta de atención deterioren el material.
- (d) Piezas sueltas. Son los últimos restos del material deteriorado. Algunas veces pueden identificarse y reconstruir el aparato, pero otras veces no se consiguen identificarlas.

Conviene recordar que cuando hablamos de instrumentos de gabinete, hemos excluido de esta categoría a:

- Montajes, constituidos por piezas individuales diversas
- Aparatos diseñados para una investigación concreta (p.ej. rigidez de cuerdas, Libes fig.35). Son complicados y de interpretación más difícil
- Partes de instrumentos (p.ej. la cuerda de un reloj)
- Utensilios tecnológicos que por sus dimensiones difícilmente permiten su ubicación en un gabinete (excepto si existen como modelo de demostración, p.ej. Libes, fig.29).

5. 3. TIPOS DE INSTRUMENTOS. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

A la vista del material procedente de gabinetes hemos intentado una clasificación de instrumentos que va más allá de la clásica por dominios de la física. De este modo se desecha ésta y se propone en su lugar otra, cuyas categorías apuntan a la finalidad de utilización del instrumento, lo cual es más interesante bajo el punto de vista didáctico. Hemos ensayado la nueva clasificación con los instrumentos del gabinete de la antigua Escuela Normal de Maestros de Granada y hemos comprobado que, tras algunos retoques, se adapta perfectamente a ellos.

La clasificación propuesta puede valer entonces para los instrumentos de cualquier gabinete o laboratorio y está constituida por las categorías que se exponen a continuación.

1. Instrumentos de medida

Los instrumentos de medida pueden ser: a) de medida directa (p.ej. calibre); b) de medida indirecta (p.ej. areómetro, fig. 5.2); c) de medida comparativa, no numérica (p.ej. electrómetro). Pueden actuar en experimentos de comprobación (p.ej. balanza hidrostática).

2. Instrumentos de estudio y demostración

Reservamos el término “demostración” cuando ya se supone conocida la ley o el fenómeno y el instrumento tiene por finalidad comprobarlo directamente (p.ej. espejo ustorio, fig. 5.3.). En cambio, calificamos al instrumento como de “estudio y demostración” cuando se puede utilizar en un más amplio contexto, en el sentido de que con él puede explorarse alguna otra situación o ampliarse lo ya descrito (p.ej. máquina de Atwood). Como, con frecuencia, los límites entre uno y otro son difícilmente discernibles (a menos que se juzgue por el modo en que se presentan en el manual), por ese motivo se han incluido juntos.



Fig. 5.2. Areómetro de Nicholson



Fig. 5.3. Espejo ustorio

3. Instrumentos tecnológicos / Modelos tecnológicos

Instrumento tecnológico es un aparato, fruto de la técnica y la ciencia, empleado para algún fin que beneficia a la sociedad y contribuye al progreso. Alguno de ellos puede existir en gabinete (p.ej. emisor Morse), pero lo habitual es que, por razones obvias (entre otras sus grandes dimensiones), no ocurra así (p.ej. máquina de vapor de Watt). En tal caso puede suplirse su carencia mediante un modelo del mismo.

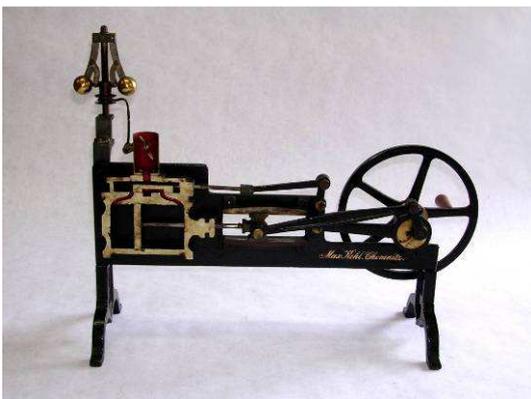


Fig. 5.4. Modelo de máquina de vapor

Un modelo tecnológico es el correlato en el gabinete del instrumento real. Se trata de una versión simplificada y de tamaño reducido de éste (p.ej. modelo de máquina de vapor, fig. 5.4). Muestra más claramente cómo funciona el aparato o, al menos una parte del mismo mientras otra se simula (p.ej. se muestra la transmisión del movimiento y se simula la fuerza del vapor moviendo a mano una rueda). Por eso con

frecuencia se asocia a “demostración” ya que muestra rasgos de ésta.

Aunque nuestro estudio se centra en instrumentos de gabinete, al hacer la revisión de los manuales no hemos excluido gran parte de los aparatos tecnológicos, por la posibilidad de que existan como modelos.

4. Instrumentos de producción de agentes físicos



Fig. 5.5. Máquina eléctrica de Wimshurst como “de demostración”), aportan los requisitos indispensables para desencadenar los fenómenos que quieren estudiarse, cuya causa primera es el agente. Por ejemplo, la pila de Volta, suministrando corriente, permite el estudio del fenómeno de interacción entre corrientes.

Algún caso puede presentarse dudoso para la asignación a una categoría (y por ello podemos asignar más de una). Por ejemplo, la botella de Leyden es fuente de electricidad, por lo que puede clasificarse como “de producción de agentes físicos”. Pero cuando se quiere suministrar electricidad suele emplearse una máquina electrostática y, por tanto, hemos preferido situarla como instrumento “de estudio y demostración”.

Otras veces se presentan casos en los que, según la función que se le hace desempeñar al aparato, pueden clasificarse de una manera u otra. Así por ejemplo, hemos clasificado la lámpara de petróleo como instrumento “de producción de agentes físicos” porque se utilizaba como fuente de luz en bancos de óptica.

Por otra parte, para ser coherentes con la definición de agente físico que hemos adoptado, si se considera como tal el vacío, también lo es su opuesto, el aire comprimido y, por ello, contemplamos la bomba de compresión como “instrumento de producción de agentes físicos” (que actúa con finalidad inversa a la máquina neumática).



Fig. 5.6. Cámara fotográfica

5. Instrumentos de uso no científico

Es el que está presente en la vida cotidiana y ayuda al hombre de modo individual a desempeñar algún cometido particular. Muchos de ellos son cotidianos (p.ej. catavinos), otros son más especializados (p.ej. antejo terrestre, cámara fotográfica, fig. 5.6).

Siempre pueden ser vistos también como “instrumentos de demostración”, ya que ejemplifican algún principio o fenómeno físico.



Fig. 5.7. Estereoscopio

6. Instrumentos recreativos

Cualquier instrumento recreativo puede ser considerado como un caso especial de instrumento de uso no científico (5). La diferencia es su finalidad lúdica (p.ej. vaso de Tántalo, estereoscopio, fig. 5.7), que a veces es difícil determinar. Por ejemplo, la linterna de proyección ¿es recreativa o más bien de uso no científico?

Normalmente será clasificada como recreativa, pero a veces al ir acompañada de diapositivas escolares indica que se utilizó como instrumento (no científico) de clase.

Con frecuencia en los manuales aparecen como ejemplos de determinadas leyes o efectos y por ello pueden ser tomados por “instrumentos de demostración”. Lo que ocurre en tales casos es que suelen aparecer otros instrumentos claramente de demostración y los recreativos quedan relegados siempre a ocupar el final de la exposición.

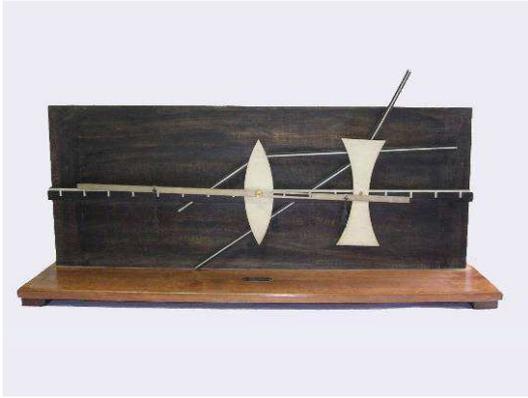


Fig. 5.8. Modelo de marcha de los rayos en lentes

7. Modelo didáctico

Lo dicho antes es suficiente para distinguir un modelo tecnológico de un modelo didáctico. Si bien es verdad que el primero tiene una intencionalidad didáctica evidente (lo mismo que otros tipos de instrumentos), es la versión de gabinete de una

máquina (p.ej. prensa hidráulica, torno, bomba aspirante-impelente), mientras que el segundo, que normalmente es de mayor tamaño que el original, no suele referirse a maquinaria técnica (p.ej. modelo de marcha de los rayos en lentes, fig. 5.8, modelo de vernier circular) y cuando lo hace, se centra en alguna pieza particular del mecanismo (p.ej. modelo de bobinado de tambor en madera, modelo de pistón monocara).

8. Instrumentos auxiliares

Instrumento auxiliar es el que está al servicio de un instrumento principal (p.ej. excitador, microproyector), de un montaje (p.ej. transformador, caja de resistencias, fig. 5.9), o de un proceso (p.ej. estufa, centrifugadora, lámpara de cuarto oscuro, depósito de aire comprimido).

9. Instrumentos multiuso

Los manuales no se detienen en la descripción de estos utensilios, aunque a veces se mencionan en algunos experimentos marcadamente simples, o aparecen en alguna figura como parte de un montaje (p.ej. soporte articulado de madera, cubeta de cobre, fig. 5.10).



Fig. 5.9. Caja de resistencias



Fig. 5.10. Cubeta de cobre

10. Instrumentos de investigación

Son propios de laboratorio y, salvo excepciones, no suelen encontrarse en los gabinetes de física. Hemos reseñado en las tablas sólo los que tienen alguna probabilidad de encontrarse en gabinetes (p.ej. balanza de Coulomb, Beudant, p.383) y excluido otros que no la tienen (p.ej. aparato de Coulomb para estudiar en líquidos la relación entre resistencia y velocidad, Libes, p. I-130)

5. 4. TIPOS DE INSTRUMENTOS Y TIPOS DE PRÁCTICAS

La literatura didáctica ha prestado y sigue prestando atención al tema de las prácticas experimentales (del Carmen, 2000; Caamaño, 2004). Se han estudiado enfoques más efectivos, repercusiones en el aprendizaje y diferenciación entre los distintos tipos de prácticas.

Es evidente que no todos los instrumentos que venimos estudiando son adecuados a cualquier trabajo práctico. Un tipo de práctica concreto exigirá preferentemente un tipo de instrumento determinado. Consideraremos cuatro tipos de prácticas posibles a realizar tanto en el contexto de la enseñanza como en otros ámbitos relacionados con la investigación científica (Caamaño, 2003).

Prácticas de medida

Como es obvio, los instrumentos de medida serán los principales protagonistas en estas prácticas. En éste y en todos los tipos de prácticas que siguen pueden colaborar, además, los instrumentos de producción de agentes físicos. No debemos olvidar que en

el contexto histórico en el que nos movemos las experiencias eran realizadas normalmente por el catedrático de la asignatura a la vista de los alumnos. Pero también podemos suponer que las experiencias de medida de una magnitud física son las que primero pasan a manos de los alumnos. La razón es que los instrumentos de medida, una vez calibrados y puestos a punto, son relativamente sencillos de utilizar, contra lo que ocurre en el caso de instrumentos demostrativos o de producción de agentes físicos, en general más delicados y más complicados de manejo. Además las prácticas de medida son, en general, relativamente sencillas frente al complicado protocolo de otro tipo de prácticas.

Experimentos ilustrativos

Las experiencias ilustrativas, que tratan de reproducir en el laboratorio o en el aula ciertos fenómenos del mundo natural, necesitan del concurso de aparatos diseñados expresamente para este fin, es decir, instrumentos de demostración. Cada uno de ellos reproduce en la mayor parte de los casos un fenómeno estudiado en el programa. Para ejecutar este tipo de prácticas es frecuente la necesidad de emplear, además de los instrumentos de demostración oportunos, ciertos instrumentos de medida. Esto es especialmente cierto cuando se trata de comprobar leyes físicas. Por este motivo son tan abundantes en las colecciones de instrumentos antiguos. Su concepción primitiva hace corresponder cada fenómeno, cada ley a demostrar, con un único aparato. No obstante, la evolución del diseño de instrumentos didácticos llevará a la fabricación de conjuntos de módulos intercambiables entre sí con los que montar diferentes aparatos, que es lo que sucede hoy día. Esto supone un ahorro en los costes de fabricación que permite a los laboratorios de los centros educativos poseer equipos modulares de prácticas, a diferencia de tiempos anteriores en que el gabinete estaba compuesto normalmente de piezas únicas. La coyuntura actual propicia la realización directa de trabajos prácticos por los alumnos, superando así las experiencias de cátedra, en aquel entonces las únicas que se realizaban.

Experiencias de divulgación

Pueden considerarse el contrapunto lúdico, además de complemento, de las experiencias ilustrativas. Los instrumentos que participan en este tipo de experiencias son los recreativos acompañados de instrumentos multiuso. La presencia de instrumentos recreativos en gabinetes y manuales de física es un recurso didáctico que

no ha pasado desapercibido por fabricantes y autores de de textos. Estos instrumentos, que se fundamentan en principios y leyes de la ciencia, hacen sugestiva una disciplina tan rigurosa como la física. Y es que en el periodo histórico que tratamos el estudio de la física era en efecto una tarea ardua. Es entonces cuando se plantea seriamente la necesidad de un método y una sistematización de la enseñanza de las ciencias para hacerlas asequibles a los alumnos a los que se impartían. El método memorístico empleado secularmente en otras disciplinas, como la filosofía, en cuyo seno se hallaba la física, no era adecuado. En este marco es de suponer que los instrumentos recreativos y las experiencias de divulgación fueran acogidos de forma especialmente favorable en el ámbito de la enseñanza, puesto que representaban un punto de relajación en la exposición de programas extraordinariamente densos y conceptualmente complicados. Lo mismo se puede decir de las aplicaciones a la industria y a la vida cotidiana. Estas aplicaciones hacían ver, igual que hoy, que la física sirve para algo más que para conocer un cuerpo de doctrina a través de un estudio racional y sistemático, apoyado en la exactitud e infalibilidad del lenguaje matemático.

Investigaciones

No resulta fácil justificar la presencia de instrumentos propios de investigación en un centro de enseñanza secundaria, lo que no implica que fueran empleados con este fin. Como es obvio este tipo de instrumentos se encuentra habitualmente en universidades y otros centros de investigación, donde son imprescindibles (Gago y Giménez, 2007; Sánchez, y García, 2007). En cualquier investigación encontraremos, además de los instrumentos de investigación, otros de medida y de tipo multiuso.

Hay una razón fundamental para entender la presencia de instrumentos válidos para la investigación en colecciones de clara orientación didáctica: la existencia en muchos institutos españoles de observatorios de meteorología. En 1854 (R. O. de 28-12-1854, Gaceta nº 728, pp. 1-2) se dispone que las universidades e institutos se encarguen de las observaciones meteorológicas con carácter oficial en todo el país. Para esta labor se habían enviado colecciones a algunos de estos centros, con el material necesario e instrucciones de montaje y toma de datos. La misma R. O. dispone que sean los catedráticos de física, o en su defecto los de ciencias naturales o matemáticas, los encargados de tales funciones. Se especifica incluso que “en los establecimientos donde no hubiere todos los aparatos necesarios, se practicarán con los termómetros de los gabinetes de física”.

Entendido esto, no es extraño entonces encontrar barómetros, barógrafos y otros instrumentos meteorológicos de precisión en las colecciones de los institutos históricos españoles. Su presencia en los manuales de enseñanza es, por el contrario, normal. Una de las principales preocupaciones de los autores era señalar en sus textos todas las innovaciones que aparecían en su campo de estudio. Esto transmitía a los estudiantes la visión de una física en permanente estado de evolución y progreso, contra una concepción estática e inmutable del conocimiento muy común en épocas no muy lejanas.

5. 5. APLICACIÓN DEL ESQUEMA CLASIFICATORIO A COLECCIONES DE INSTRUMENTOS

Para estudiar detenidamente una colección de instrumentos vamos a utilizar el nuevo esquema de clasificación, antes expuesto. Así, una vez hecho el inventario de la colección de que se trate (ver Anexos 6-9), se estudia la asignación de cada instrumento a una de las categorías propuestas. Cuando en algún caso el instrumento puede ser tipificado en más de una, para simplificar será ubicado en la más característica. A veces en las tablas del Anexo se señalan dos, pero es la primera, más representativa, la que se tendrá en cuenta en el recuento de datos.

Los resultados de la clasificación se distribuirán en tablas donde figuran los porcentajes de cada tipo de instrumento. Igualmente, con los datos de cada tabla se va a elaborar un diagrama de barras, pero en este caso, para resaltar mejor los aspectos comparativos, se recogen en una sola cuatro categorías poco significativas y escasamente pobladas (producción de agentes físicos, uso no científico, recreativo, modelo didáctico), con la denominación de “Otros”.

Las colecciones de instrumentos que hemos utilizado como muestra han sido elegidas de forma que haya entre ellas procedentes de centros de enseñanza y también de centros de investigación. El objetivo es estudiar si hay semejanzas y diferencias en la distribución del material de los distintos centros.

Propuesta del Ministerio (1846)

El Plan Pidal, que crea los institutos de enseñanza secundaria, publica en 1846 una lista de material instrumental destinado a estos centros. Los institutos tendrán a

partir de entonces un modelo sobre el material que debe figurar en un gabinete. La orientación experimental de la física queda así respaldada oficialmente. Los fabricantes recomendados en esta lista son de las firmas Pixii y Lerebours, aunque es de suponer que para su elaboración se empleara en realidad el catálogo de 1846 de Lerebours y Secretan, socios desde 1845 (Sebastián, 2000: 56). Los instrumentos anunciados en 1846 son tipológicamente idénticos a los del catálogo de 1853 (fig. 5.11).

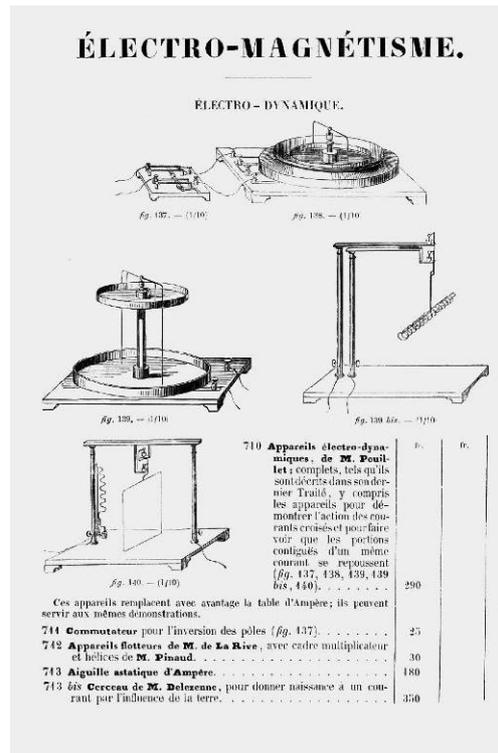


Fig 5.11. Ilustración del catálogo Secretan, 1853, con instrumentos de demostración únicos para un sólo fenómeno.

Hemos clasificado los instrumentos que figuran en la lista oficial (Anexo 2) empleando las mismas categorías que venimos usando. Los datos se detallan en la tabla 5.1 y se representan en la figura 5.12.

TIPO DE INSTRUMENTO	Nº (porcentaje)
Medida	23 (15%)
Estudio y Demostración	92 (60%)
Tecnológico/Modelo tecnológico	14 (9%)
Producción de agentes físicos	7 (4,5%)
Uso no científico o cotidiano	3 (2%)
Recreativo	3 (2%)
Modelo didáctico	0
Auxiliar	8 (5,5%)
Multiuso	3 (2%)
Investigación	0
TOTAL	153

Tabla 5.1. Distribución por categorías de instrumentos de la lista oficial del Ministerio (1846)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Gobierno de España (1849)

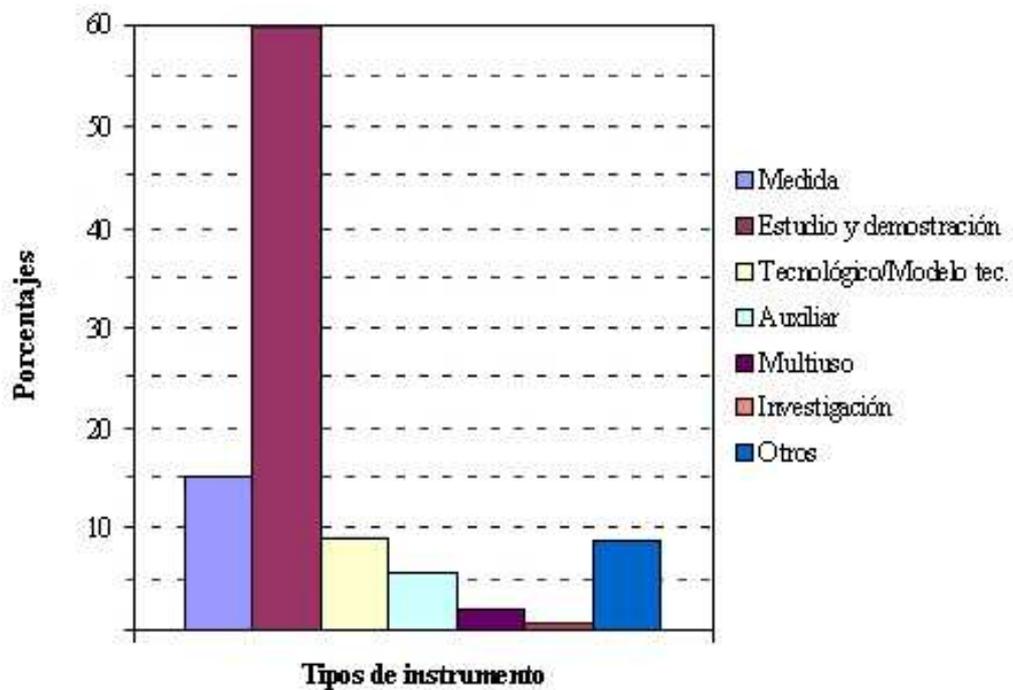


Fig. 5.12. Distribución por categorías de instrumentos de la lista oficial del Ministerio (1846)

Instituto de San Isidro (Madrid)

Ya en el capítulo 2 (ap.2.3) de este trabajo hemos descrito el surgimiento y evolución de este centro, que funcionó desde el siglo XVIII, donde se educaba e instruía a las clases nobles. Fue convertido en instituto en 1845 con el Plan Pidal, pero conservó en su gabinete buena parte del material científico acumulado.

Hemos accedido al inventario realizado en 1846 (Moreno, 1988; Guijarro, 2002) y que lleva la firma del catedrático de la asignatura, Mariano Santisteban (Anexo 8). Se ofrece a continuación la distribución de los instrumentos (tabla 5.2) y el diagrama de barras correspondiente (fig. 5.13).

TIPO DE INSTRUMENTO	Nº (porcentaje)
Medida	69 (16%)
Estudio y Demostración	249 (58%)
Tecnológico/Modelo tecnológico	29 (7%)
Producción de agentes físicos	23 (5,5%)
Uso no científico o cotidiano	18 (4%)
Recreativo	11 (3%)
Modelo didáctico	2 (0,5%)
Auxiliar	22 (5%)
Multiuso	6 (1%)
Investigación	0
TOTAL	429

Tabla 5.2. Distribución por categorías de instrumentos del Instituto S. Isidro (1846)

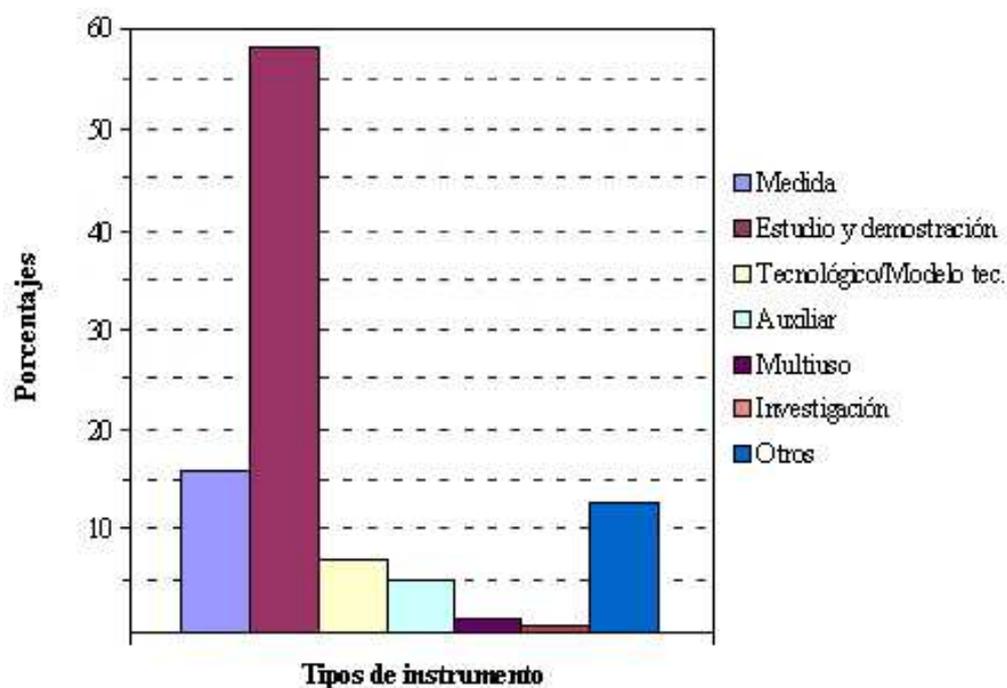


Fig. 5.13. Distribución por categorías de instrumentos del Instituto S. Isidro (1846)

Escuela Normal de Granada

En el marco de nuestra investigación hemos trabajado los datos y registros, obtenidos en un estudio anterior de catalogación (Gago y Giménez, 2007; Sánchez, y García, 2007) de instrumentos de gabinete de la antigua Escuela Normal de Maestros de Granada, que en la actualidad se conserva en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada.

La Escuela Normal-Seminario de Maestros se fundó en 1846. En los planes de estudio estaban incluidas disciplinas como la Física y la Química. Pero, al parecer, el carácter experimental de dichas materias no tuvo ocasión de manifestarse por la falta absoluta de material científico (López, 1979). El escaso o nulo material de que disponía recibió un impulso importante al ser creado a comienzos del siglo XX un gabinete de Ciencias Físico-Naturales (Sánchez Tallón, 2008). La mayor parte de los aparatos procede de esa época.

Se han identificado 179 instrumentos de física (ver Anexo 7), siendo mayoritarios los correspondientes a electricidad y magnetismo con la tercera parte de ellos. La distribución obtenida se muestra en la tabla 5.3 y en el diagrama de barras de la fig. 5.14.

TIPO DE INSTRUMENTO	N° (porcentaje)
Medida	25 (14%)
Estudio y Demostración	76 (42%)
Tecnológico/Modelo tecnológico	25 (14%)
Producción de agentes físicos	11 (6%)
Uso no científico o cotidiano	5 (3%)
Recreativo	3 (2%)
Modelo didáctico	7 (4%)
Auxiliar	22 (12%)
Multiuso	5 (3%)
Investigación	0
TOTAL	179

Tabla 5.3. Distribución por categorías de instrumentos de la Escuela Normal

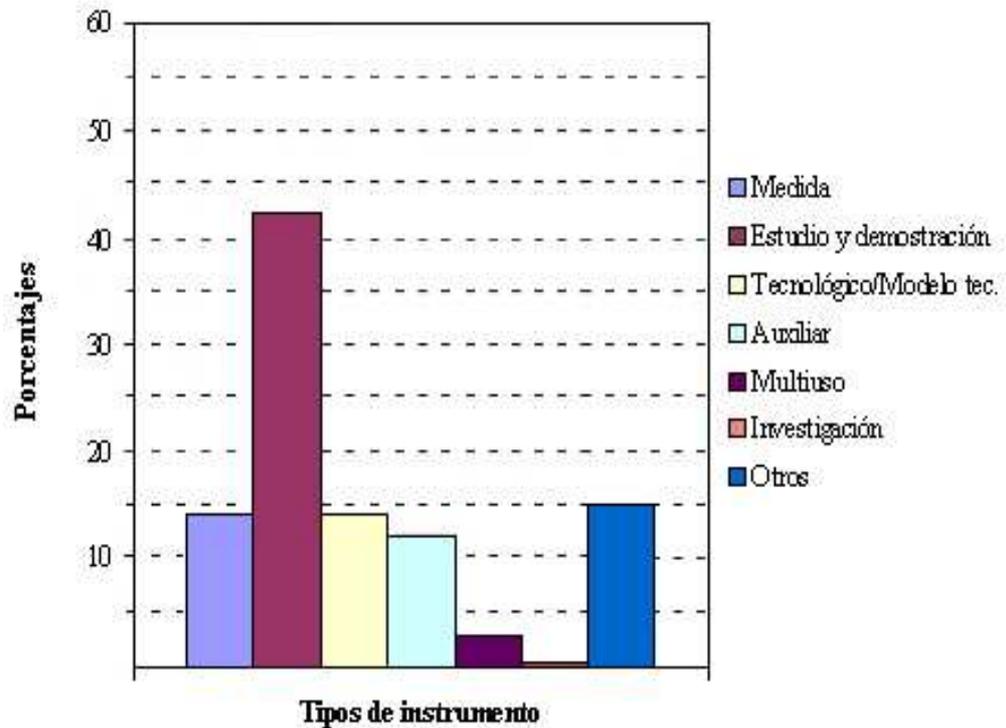


Figura 5.14. Distribución por categorías de instrumentos de la Escuela Normal Observatorio de Cartuja (Granada)

El Observatorio de Cartuja fue fundado en 1902, centro de investigación que gozó de gran fama en el pasado es actualmente propiedad de la Universidad de Granada. Los trabajos desde su creación se centraron en astronomía, sismología y meteorología. La mayoría de los instrumentos que hemos recogido provienen de los primeros años de actividad del centro. Aunque la colección está muy mermada en instrumentos, lo que hay permite hacerse una idea de cómo fue en el pasado. Los datos que aquí utilizamos han sido obtenidos del inventario de instrumentos científicos y tecnológicos de la Universidad de Granada (Sánchez y García, 2007). El listado completo de instrumentos se da en el Anexo 6 y se han tipificado en la tabla 5.4 y visualizado en el diagrama de la figura 5.15.

TIPO DE INSTRUMENTO	Nº (porcentaje)
Medida	15 (34%)
Estudio y Demostración	0
Tecnológico/Modelo tecnológico	0
Producción de agentes físicos	0

Uso no científico o cotidiano	0
Recreativo	0
Modelo didáctico	0
Auxiliar	17 (39%)
Multiuso	0
Investigación	12 (27%)
TOTAL	44

Tabla 5.4. Distribución por categorías de instrumentos del Observatorio de Cartuja (Granada)

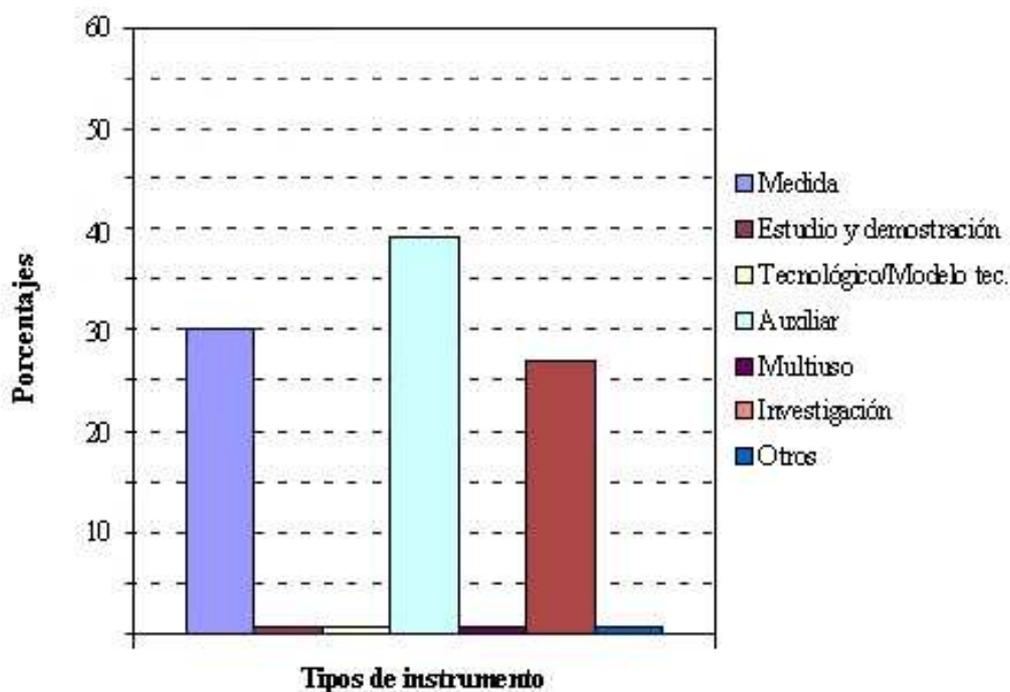


Figura 5.15. Distribución por categorías de instrumentos del Observatorio de Cartuja (Granada)

5.6. LAS COLECCIONES MODERNAS. UN CAMBIO DE CONCEPCIÓN

De modo excepcional vamos a añadir a nuestro estudio, aunque esto suponga rebasar los límites cronológicos que nos hemos impuesto, dos colecciones más

modernas, de la segunda mitad del siglo XX y operativas aún en muchos centros de enseñanza. Con ello queremos comprobar el proceso de evolución hasta la actualidad del material de laboratorio y con él la operatividad y el papel de ese material en el montaje de las prácticas. En realidad más que colecciones en sentido clásico, son reuniones del material suministrado de distintos ámbitos de la física por dos marcas bien conocidas: Torres Quevedo y ENOSA.

El concepto de material de prácticas, tal como se conocía desde el siglo XVIII, ha cambiado profundamente con relación al de nuestros días. No hablamos solamente de las características ornamentales típicas de los instrumentos más antiguos. Éstas van desapareciendo a lo largo del siglo XIX a favor de otras más funcionales, que es la norma común en la actualidad.

Pero hay otra característica que marca una diferencia radical entre el material antiguo y el moderno, que pasamos a exponer. La base de las colecciones antiguas es el instrumento como un todo y, aunque sea complejo, se presenta con sus partes formando una pieza única. De esta manera la suministra el fabricante y de esta manera es utilizado en los gabinetes.

Hoy día, en cambio, sigue habiendo instrumentos que responden a estas cualidades, pero la tendencia que se ha impuesto a partir de la mitad del siglo XX, es la de lo modular. No se sirve el instrumento completo sino las piezas para armarlo, que a su vez pueden ser empleadas en el montaje de otros aparatos diferentes. No puede señalarse un instrumento individual, sino partes con misiones múltiples. No se habla de un aparato determinado, sino de “cajas”: la caja de mecánica, la caja de óptica, etc. Este cambio de concepción podemos visualizarlo si comparamos entre sí las figuras 5.13 y 5.17 o 5.19.

Este nuevo concepto del material de prácticas muestra indudables ventajas como, por ejemplo, la flexibilidad o la posibilidad de ser empleado en más misiones que las señaladas, pero también inconvenientes como el perjuicio que puede ocasionar la pérdida o deterioro de alguna pieza clave de la “caja”.

La actual orientación del material de prácticas que acabamos de comentar ha de tener repercusiones en la distribución de los instrumentos procedentes de un gabinete moderno, que ha de variar drásticamente con relación a los gabinetes antiguos. Para simplificar nuestra investigación, y puesto que de lo que se trata ahora es de constatar una tendencia, en lugar de hacer el inventario de todo el material existente en un centro escolar, vamos a estudiar la distribución del material suministrado en el armario Torres

Quevedo y en las cajas de ENOSA. Esto equivale a suponer que la colección del laboratorio estuviera constituida sólo por uno u otro de estos equipos, lo que en el caso de ENOSA puede ser real, y así podemos encontrarlo en más de un centro escolar.

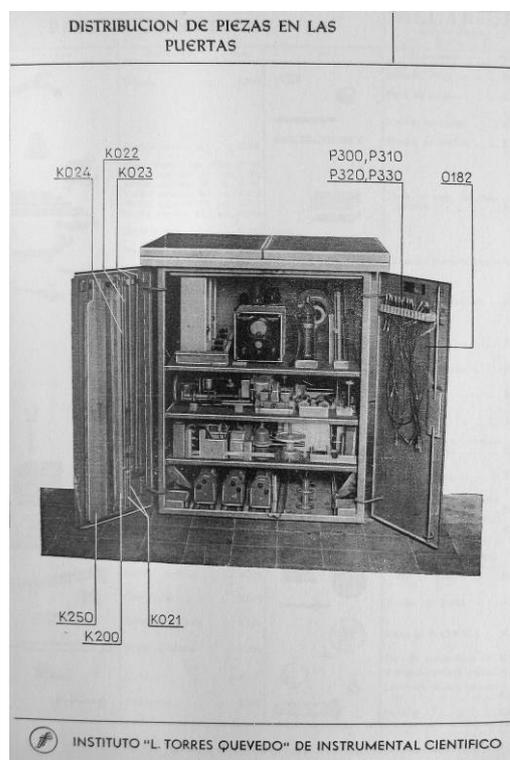


Fig. 5.16: Armario “Torres Quevedo” (Instituto “L. Torres Quevedo”, Ca. 1960)

Equipo del Instituto “L. Torres Quevedo”

El Instituto se crea en 1939 por el Consejo Superior de investigaciones Científicas (Sendra et al. 2001, p. 46). El Instituto diseñó y puso a punto una colección de material, dirigido especialmente para un nivel de bachillerato avanzado. En el catálogo aparece el logotipo del IFA (Instituto de Física Aplicada). El material era servido en un armario metálico estudiado minuciosamente para contenerlo²⁹. Los datos que figuran a continuación están recogidos del manual de prácticas (Manual Torres Quevedo de Experiencias de Física, IFA, ca. 1960). Se ofrecen en la tabla 5.5 y en la figura 5.17.

²⁹ El armario se considera actualmente un elemento patrimonial digno de ser conservado (González de la Lastra, 2008).

TIPO DE INSTRUMENTO	Nº (porcentaje)
Medida	7 (2,5%)
Estudio y Demostración	28 (10%)
Tecnológico/Modelo tecnológico	0
Producción de agentes físicos	4 (1,5%)
Uso no científico o cotidiano	1 (0,5%)
Recreativo	0
Modelo didáctico	0
Auxiliar	103 (37%)
Multiuso	134 (48,5%)
Investigación	0
TOTAL	277

Tabla 5.5. Distribución por categorías del material del armario “Torres Quevedo”

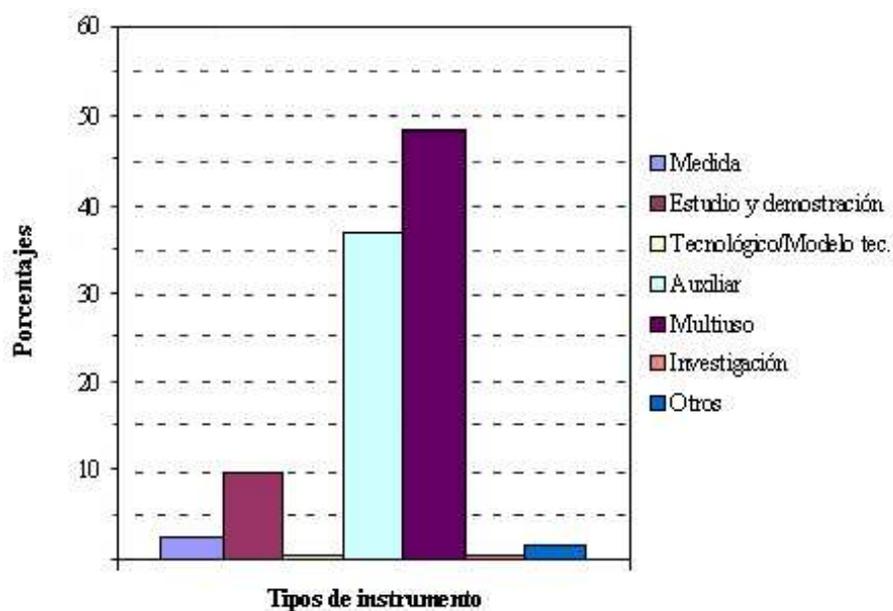


Figura 5.17. Distribución por categorías del material del armario “Torres Quevedo”

Equipo de ENOSA (Empresa Nacional de Óptica S.A.)

Creada por el instituto Nacional de Industria en 1950 (López García, 1994: 179), a mediados de los años cincuenta comienza a colaborar con el Instituto Torres Quevedo en el desarrollo de equipos de prácticas para física y química (Ruiz Castell, 2002: 378). En un principio puso a punto un equipo de química y cuatro de física, correspondientes a cada dominio de ésta. Todos ellos de carácter elemental, aunque más tarde también fabricó equipos de nivel avanzado. La orientación pretendida era que las prácticas las realizara el alumno y se dedicara a ellas un tiempo sustancial (ENOSA, 1963a). Esta es justamente la gran diferencia con el equipo Torres Quevedo, pensado para promover la realización de experiencias de cátedra realizadas por el profesor. Por eso un centro bien dotado en aquella época solía tener un armario Torres Quevedo y varias cajas ENOSA.

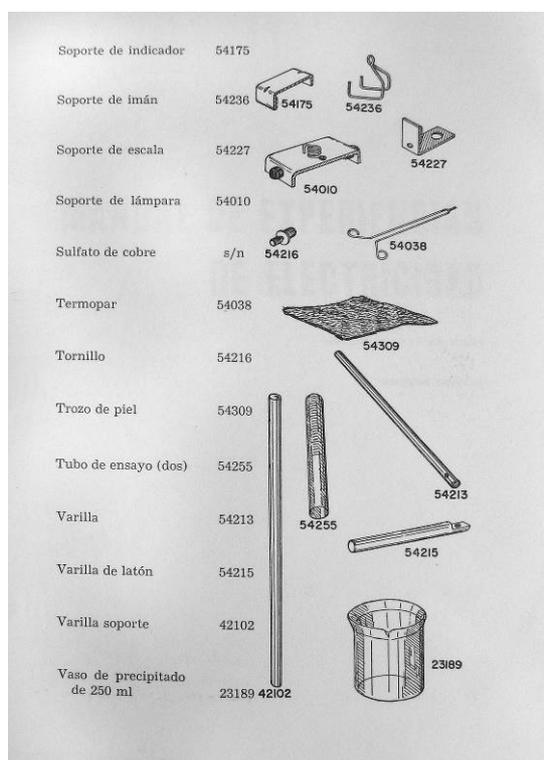


Fig. 5.18. Página del manual de prácticas de electricidad ENOSA (1964)

Los datos destinados a nuestra investigación han sido recogidos de tres manuales elementales de los dominios: mecánica (1963), óptica (1963) y electricidad (1964). Se han puesto juntos y se ha excluido la terminología porque no figura entre el material Torres Quevedo. Así se facilitan las comparaciones entre ambos. Se ofrecen en la tabla 5.6 y en la figura 5.19.

TIPO DE INSTRUMENTO	N° (porcentaje)
Medida	16 (10%)
Estudio y Demostración	20 (13%)
Tecnológico/Modelo tecnológico	0
Producción de agentes físicos	5 (3%)
Uso no científico o cotidiano	0
Recreativo	0
Modelo didáctico	0
Auxiliar	38 (24,5%)
Multiuso	77 (49,5%)
Investigación	0
TOTAL	156

Tabla 5.6. Distribución por categorías del material de ENOSA (elemental)

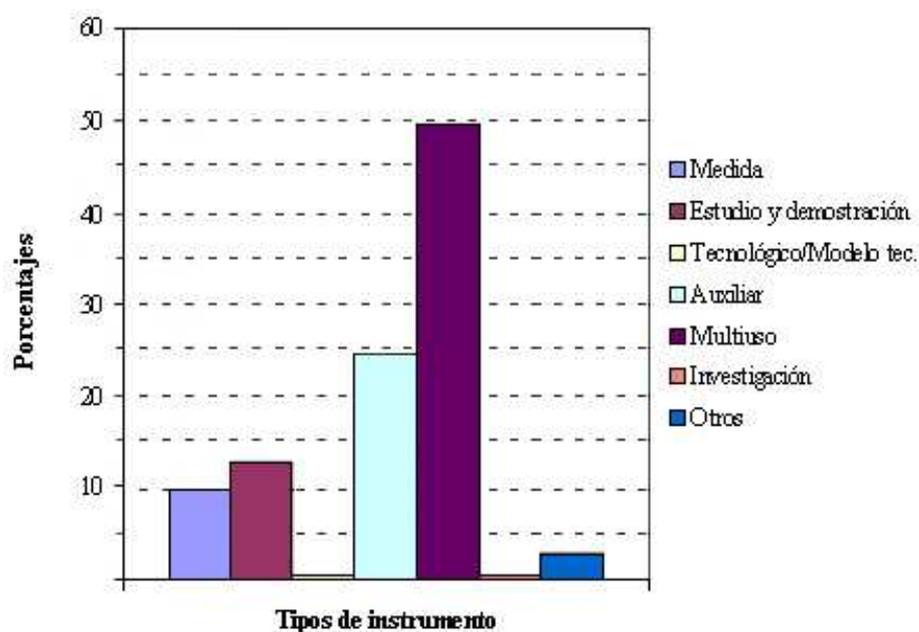


Figura 5.19. Distribución por categorías del material de ENOSA (elemental)

5.7. INSTRUMENTOS DE MANUALES – INSTRUMENTOS DE GABINETES

Ya se ha comentado la implantación progresiva a partir de la mitad del siglo XVIII de la orientación experimentalista de la física y su papel decisivo en la incorporación de aparatos científicos en la enseñanza de esta disciplina. El vehículo de transmisión por excelencia del nuevo enfoque es, como no, el manual. Son los manuales los que muestran instrumentos que ilustran leyes y fenómenos, o que ofrecen experiencias con estos instrumentos para justificar la teoría.

Se entiende entonces que con este impulso surja una demanda de ellos en los centros escolares. Existe en la época el convencimiento, asumido también por los organismos oficiales, de que una enseñanza moderna de la física debe ir indisolublemente unida a la práctica experimental. Luego, la dura realidad dejará en muchos casos estos proyectos sin cumplirse y la enseñanza reducida al puro libro de texto. Éstos, más asequibles y más difundidos en el ámbito escolar, a falta de condiciones materiales para desarrollar una enseñanza práctica, al menos van a transmitir que la orientación deseable es la experimental. De esta manera los manuales van a contribuir de modo importante a impulsar la creación de gabinetes. Reproducen en sus páginas o láminas un buen número de instrumentos dándoles protagonismo en experimentos. Por ello sirven de guía a los responsables de instituciones para la adquisición de material experimental.

Por otra parte, los manuales constituyen una herramienta muy útil para identificar instrumentos, ya que al aparecer en las páginas del manual, se puede tener acceso a una información valiosa sobre el mismo. Igualmente, a través de los manuales pueden datarse en muchas ocasiones los aparatos. En efecto, estudiando libros de diferentes periodos puede conocerse la evolución de aparatos (p.ej. los galvanómetros, ap. 5.1). Con esta información, viendo cuándo surgen unos y se modifican o desaparecen otros, pueden datarse los diversos instrumentos que forman la colección de un gabinete.

Visto lo anterior, conviene subrayar, porque tiene consecuencias muy fructíferas, la existencia de una conexión estrecha entre manuales y gabinetes, o más concretamente, entre instrumentos de manuales e instrumentos de gabinete. No hay duda que la gran mayoría de los instrumentos que figuran en los manuales antiguos formaron parte en mayor o menor extensión de los gabinetes de los centros escolares, donde hoy día pueden encontrarse aún muchos de ellos. Por este motivo podremos

emplear los mismos criterios de clasificación para los instrumentos reales y para los instrumentos reproducidos en el manual.

En algunos casos puntuales esta correspondencia puede fallar. Por ejemplo, los aparatos tecnológicos (p.ej. máquina de vapor) son sustituidos con frecuencia en los gabinetes por modelos simplificados y de tamaño reducido. Igual puede ocurrir con instrumentos de uso no científico o cotidiano (p.ej. pararrayos). A la inversa, puede ocurrir que haya material en un gabinete que sea propio del mismo y por ello no aparezca en el manual, como el material multiuso o los modelos didácticos (aunque alguna vez pueden encontrarse, p.ej. Lozano, Tabla 5.8).

La tabla siguiente muestra los tipos de instrumentos y la posibilidad de su existencia (X) en manuales y gabinetes. Como se observa, la correspondencia manuales-gabinetes que acaba de ser comentada aparece de modo muy general.

Tipo de instrumento	Manuales	Gabinetes
1. Medida	X	X
2. Estudio y demostración	X	X
3. Tecnológico/Modelo tecnológico	X	X (+ Modelo tecn.)
4. Producción de agentes físicos	X	X
5. Uso no científico o cotidiano	X	X (+ Modelo)
6. Recreativo	X	X
7. Modelo didáctico	(Raramente)	X
8. Auxiliar	X	X
9. Multiuso	---	X
10. Investigación	X	(Raramente)

Tabla 5.7. Presencia de tipos de instrumentos en manuales y gabinetes

5.8. APLICACIÓN DEL ESQUEMA A MANUALES

Una vez vista y comprobada la conexión entre instrumentos de manuales y de gabinetes (Tabla 5.7), vamos ahora a aplicar el mismo esquema de clasificación a los instrumentos que aparecen en manuales de la época, de igual manera que se hizo para los instrumentos reales en las secciones 5.5 y 5.6. Los datos que aquí figuran están recogidos de las correspondientes tablas del Anexo 1. Aunque gran parte de los instrumentos se encuentran asignados a dos categorías, como ya se ha indicado va a tenerse en cuenta sólo la primera, más representativa.

TIPO DE INSTRUMENTO	Libes	Beudant	Ganot	Rubio	Lozano
Medida	19 / 26%	23 / 24%	49 / 18%	79 / 21%	118 / 22%
Estudio y demostración	33 / 45%	43 / 45%	144 / 52%	144 / 35%	210 / 40%
Tecnológico/Modelo tecnológico	8 / 11%	8 / 8%	24 / 9%	58 / 15%	59 / 11%
Producción de agentes físicos	4 / 5%	7 / 7%	17 / 6%	38 / 7%	42 / 8%
Uso no científico o cotidiano	4 / 5%	5 / 5%	10 / 4%	15 / 10%	20 / 4%
Recreativo	3 / 4%	7 / 7%	11 / 4%	17 / 4%	13 / 2%
Modelo didáctico	0	0	0	0	1 / 0%
Auxiliar	2 / 3%	3 / 3%	8 / 3%	12 / 3%	31 / 6%
Multiuso	0	0	0	1 / 0%	3 / 1%
Investigación	1 / 5%	1 / 1%	11 / 4%	19 / 5%	37 / 7%
TOTAL instrumentos	73	96	274	383	534

Tabla 5.8. Distribución de instrumentos por categorías en manuales

TIPO DE INSTRUMENTO	Valledor	Fígares	Feliú	Márquez	Mir
Medida	27 / 17%	66 / 23%	57 / 18%	62 / 17%	48 / 18%
Estudio y demostración	78 / 49%	130 / 44%	157 / 50%	160 / 45%	105 / 40%
Tecnológico/Modelo tecnológico	18 / 11%	37 / 13%	38 / 12%	40 / 11%	58 / 22%
Producción de agentes físicos	12 / 8%	20 / 7%	23 / 7%	34 / 9%	16 / 6%
Uso no científico o cotidiano	4 / 3%	15 / 5%	8 / 3%	16 / 5%	19 / 7%
Recreativo	4 / 3%	5 / 2%	9 / 3%	8 / 2%	3 / 1%
Modelo didáctico	0	0	0	1 / 0%	0
Auxiliar	6 / 4%	12 / 4%	8 / 3%	16 / 5%	7 / 3%
Multiuso	1 / 1%	2 / 1%	0	0	0
Investigación	8 / 5%	7 / 2%	16 / 5%	22 / 6%	9 / 3%
TOTAL instrumentos	158	294	316	359	265

Tabla 5.8.S. Distribución de instrumentos por categorías en manuales de secundaria

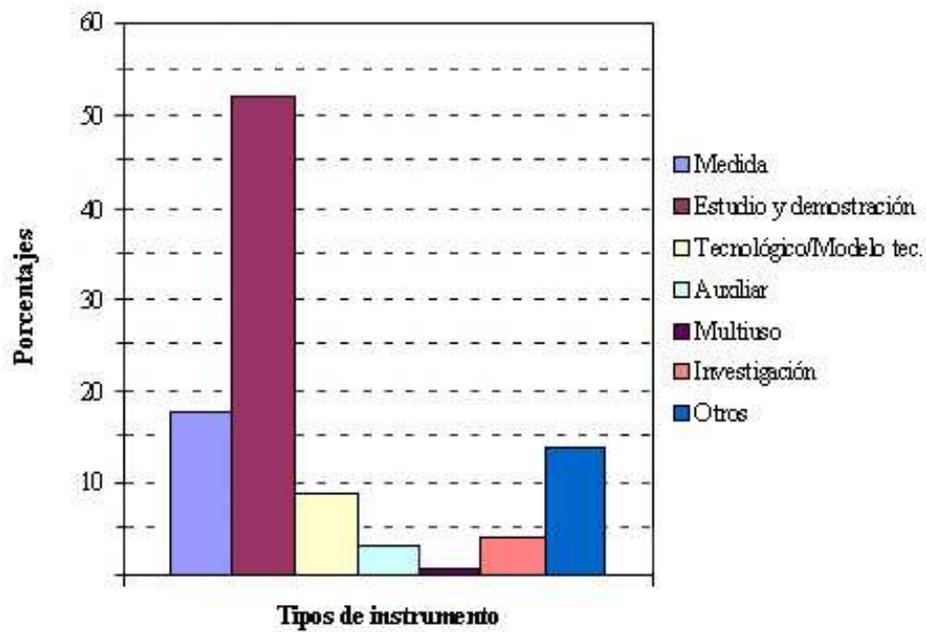


Fig. 5.20. Distribución de los instrumentos que aparecen en el Ganot por categorías

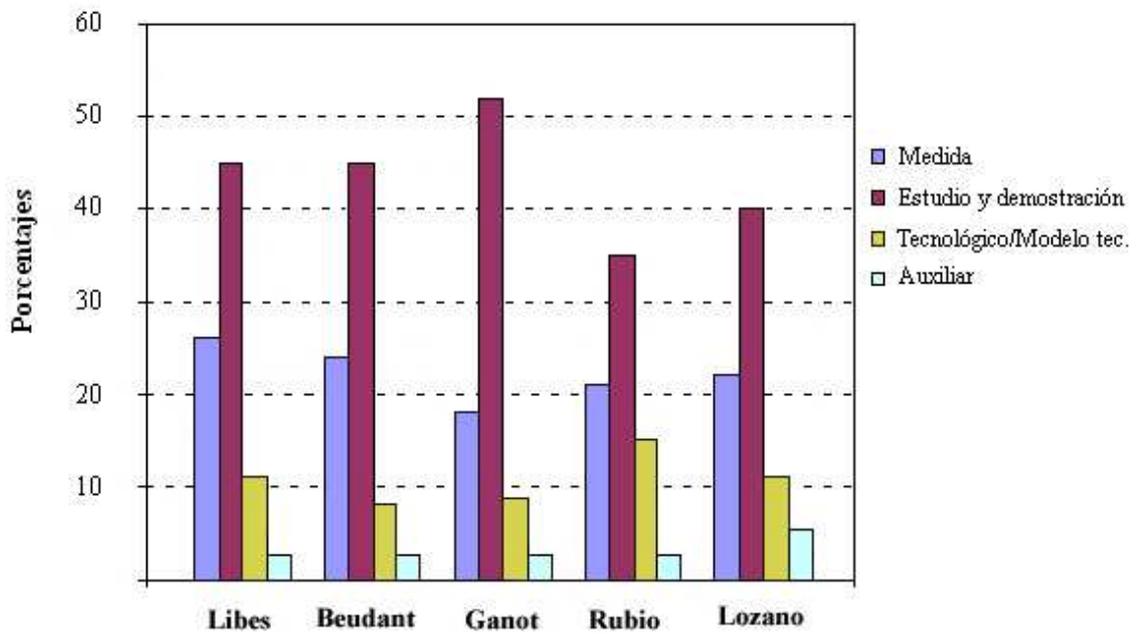


Fig 5.21. Distribución de instrumentos por categorías en manuales

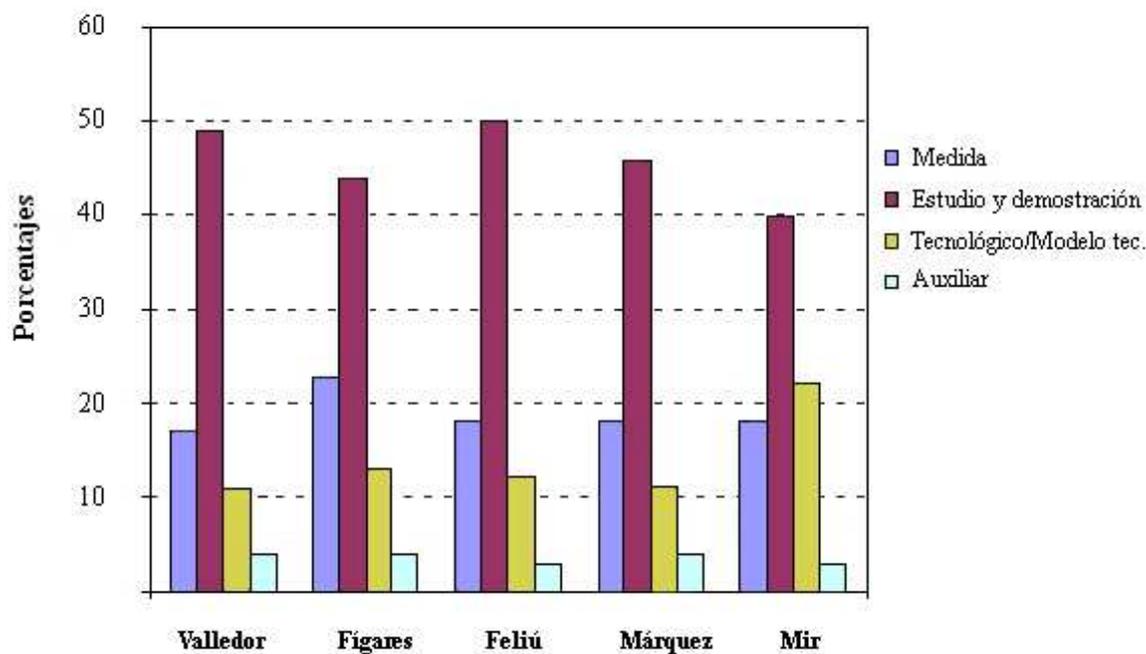


Fig. 5.21.S. Distribución de instrumentos por categorías en manuales de secundaria

5.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Ante todo conviene advertir que las colecciones estudiadas no son las originales, a menos que en lugar de trabajar sobre el material real que se conserva en los centros, se hubiera hecho sobre inventarios que en su momento se redactaron y llegaron hasta nuestros días. Aunque esto no siempre suele ocurrir. En la mayor parte de los casos que hemos estudiado ha habido que trabajar con un material guardado e ignorado durante años. Por ello el proceso ha sido más laborioso, empezando por la identificación del material (a veces restos) y terminando por la catalogación completa de la colección.

Por ello insistimos en que nuestro estudio se hace en la mayor parte de los casos sobre el material que se conserva en la actualidad y que hemos rescatado del pasado. Aún así creemos que, pese a las pérdidas sufridas, las líneas maestras pueden seguir evidentes. Hablamos en términos relativos con referencia a la tipología de los instrumentos, que es lo que define una colección, como vamos a poner de manifiesto.

Somos conscientes, por otra parte, que para dar mayor fundamento a las conclusiones hubiera sido deseable añadir algunas colecciones más a nuestro trabajo, lo cual no es siempre fácil. No obstante, con lo estudiado se dibujan tendencias muy nítidamente, que habrían de ser precisadas con más detalle.

Instrumentos de gabinetes

Los estudios de dos de las tres colecciones que hemos manejado se han hecho sobre inventarios procedentes de mediados del siglo XIX (Ministerio y S. Isidro) y los de la tercera (E. Normal) sobre catálogo elaborado por nosotros a partir del material conservado.

La distribución por categorías de sus instrumentos muestra puntos de semejanza muy característicos (tablas 5.1-3 y figs. 5.12-14). Se concretan en una abundancia muy acentuada de aparatos de estudio y demostración (siempre >40%), ocupando el segundo lugar a considerable distancia (\approx 15%) los instrumentos de medida, indispensables para prácticas cuantitativas. Un pequeño escalón más abajo están los instrumentos/modelos tecnológicos, que responden a la atención prestada por los programas a los avances de la tecnología, seguidos por los instrumentos auxiliares. Este perfil, con un máximo absoluto de aparatos de estudio y demostración como bien se observa en los diagramas de barras, es típico de las colecciones escolares.

Es de destacar el muy estrecho parecido entre la colección propuesta por el Ministerio y la del Instituto San Isidro, procedentes de la misma época. En cuanto a la colección de la Escuela Normal, aún conservando las mismas características, sus pequeñas diferencias podrían ser atribuidas, entre otras causas, a las pérdidas ocasionadas con el paso del tiempo. Creemos, por otra parte, que en la similitud que muestran las colecciones escolares influye también el modelo dado por el Ministerio (1846) en la lista propuesta para los centros de enseñanza.

Instrumentos de centros de investigación

El material recogido de un centro de investigación como el Observatorio de Cartuja responde a un patrón totalmente diferente. El diagrama de barras de la figura 5.15 así lo muestra. En él aparecen destacados otros tipos de instrumentos, como aparatos de medida (34%), auxiliares (39%) y de investigación (27%), estando ausentes los de las categorías restantes.

Así pues, el contraste con la distribución correspondiente a un gabinete escolar, con un máximo de instrumentos de estudio y demostración (aquí ausentes), es marcadamente acentuado.

Instrumentos en manuales

El perfil de la distribución de los instrumentos que aparecen en los manuales, tanto universitarios como de secundaria (tablas 5.8, 5.8.S), responde al mismo patrón en todos ellos, salvo alguna pequeña anomalía muy puntual. Éste consiste (figs. 5.21, 5.21.S) en un porcentaje destacado de instrumentos de estudio y demostración, seguido, también de manera destacada, por los instrumentos de medida y a continuación los tecnológicos. Ya en porcentajes más discretos (<10%) aparecen los demás tipos. La tabla 5.8 muestra esta tendencia, con algún repunte al alza o a la baja. Así, para los de estudio y demostración encontramos un alza en Ganot (52%) y una baja en Rubio (35%). Este último compensa lo anterior con un alza en tecnológicos (15%) y cotidianos (10%). A destacar el alza de Beudant en recreativos (7%) y de Lozano en auxiliares (6%). Lo mismo podemos decir de los manuales de secundaria. Sólo comentar la abundancia de instrumentos tecnológicos del Mir, que compensa la disminución de instrumentos de estudio y demostración.

A fin de dar cuenta de estos resultados diremos que los porcentajes de instrumentos de estudio y demostración, con un alza en Ganot (52%) y una baja en Rubio (35%) no pueden interpretarse en función exclusiva del espíritu experimentalista. Es la orientación didáctica la que tiene también un fuerte componente, con su afán por presentar los contenidos del modo más claro posible. Por otra parte, los porcentajes relativamente altos de Rubio en instrumentos tecnológicos, así como cotidianos (15% y 10%), revelan una atención a las realizaciones de la ciencia en pro de la sociedad (“ciencia útil”). Otra faceta de la ciencia que no cae en lo estrictamente académico pero que no es desatendida es lo recreativo, terreno en que Beudant destaca con un 7%.

Instrumentos en gabinetes – instrumentos en manuales

Visto lo anterior y puesto en relación con las características que muestran las colecciones de gabinetes, podemos sacar una conclusión muy importante: el perfil de la distribución de las colecciones escolares y la de los instrumentos que aparecen en los manuales es idéntica. Basta comparar al respecto el perfil correspondiente al Ganot (fig. 5.20) con el perfil de, por ejemplo, la colección del Instituto San Isidro (fig. 5.13).

Conviene también recordar que en nuestra investigación se han considerado en los manuales sólo los instrumentos que pudieran existir en los gabinetes escolares.

Dicho esto, podemos ahora apreciar algunas pequeñas diferencias entre los perfiles de ambos tipos de colecciones. Para ello vamos a establecer las comparaciones correspondientes entre las tablas 5.2 (S. Isidro) y 5.8 (Ganot):

= El porcentaje de instrumentos auxiliares es mayor en gabinete (5%, tabla 5.3) que en manuales (3%, tabla 5.8). Igualmente ocurre si comparamos instrumentos auxiliares+multiuso en gabinete (6%) con los mismos en manuales (3%).

= Se advierte además en gabinete un menor porcentaje de instrumentos de medida (16%) frente al de los manuales (18%, aunque normalmente por encima del 20%). En cuanto a los de estudio y demostración, así como a los tecnológicos, no aparecen grandes diferencias.

= Se corrobora con los datos de las tablas 5.3 y 5.8 lo expuesto en la tabla 5.7 sobre la presencia de los diferentes tipos de instrumentos en gabinetes y manuales. En efecto, en cuanto a los modelos didácticos, no se encuentra ninguno en manuales, mientras que aparecen en un 0,5% en gabinetes. Igual ocurre con los instrumentos multiuso (1% en gabinetes y 0 en manuales). Todo lo contrario ocurre en cambio con los de investigación (0 en gabinete y 4% en manuales).

Acerca de los resultados derivados de la comparación de gabinetes y manuales, hay que señalar que la mayor presencia de instrumentos auxiliares y multiuso en los gabinetes puede considerarse como normal, habida cuenta que los manuales, para evitar una exposición dispersa, suelen eliminar en lo posible todo lo accesorio.

En cuanto a la menor abundancia de instrumentos de medida en gabinetes, este hecho puede explicarse por la razón explicada en el apartado 5.1, esto es, en centros escolares se requiere un material sencillo para su utilización, lo que excluye modelos de mayor precisión y más difíciles de manejar, que aunque son descritos por los manuales, son más propios de un centro de investigación que de un centro educativo.

Instrumentos de laboratorio escolar moderno

Los equipos modernos de carácter modular marcan un nuevo perfil de distribución del material de laboratorio. Tanto el armario “Torres Quevedo” como las cajas de ENOSA (tablas 5.5-6) muestran una distribución semejante, con un predominio abrumador de instrumentos multiuso ($\approx 50\%$), esto es, piezas que permiten montajes

diversos. Igualmente y de forma muy destacada, encontramos instrumentos de tipo auxiliar. Siguen los instrumentos de estudio y demostración y los instrumentos de medida (sin rebasar ninguno el 15%). El resto de los tipos, prácticamente inexistente (figs. 5.17, 5.19).

Conclusión principal

Tras el estudio de colecciones muy diversas, hemos descubierto que el perfil de distribución de los instrumentos de gabinete coincide con el de los instrumentos que aparecen en manuales de la época. Teniendo esto en cuenta, hemos puesto de manifiesto tres perfiles de distribución diferentes a los cuales puede responder una determinada colección de material de laboratorio: 1) Perfil de gabinete / libro de texto; 2) Perfil de laboratorio de investigación; 3) Perfil de laboratorio escolar moderno. Esta es la conclusión que creemos más importante de lo expuesto en este capítulo.

CAPÍTULO 6

ESTUDIO DE CASO: EL GABINETE DE FÍSICA DEL I.E.S. “P. SUÁREZ” DE GRANADA

6.1. EL INSTITUTO DE GRANADA. CREACIÓN Y DESARROLLO HISTÓRICO

El Instituto de Segunda Enseñanza de la Provincia de Granada, Instituto General y Técnico desde 1901 se creó en 1845 dentro del marco establecido en el Plan General de Estudios de 17 de septiembre de 1845, más conocido como Plan Pidal. Como los demás institutos creados en esta fecha, el de Granada estuvo en principio ligado a la Universidad, de donde provinieron sus primeros profesores. En 1849 se decretó por Real Orden la fusión del recién creado Instituto con el Colegio de San Bartolomé y Santiago. Fundado el Colegio de Santiago en 1642, se adhirió en 1702 al nuevo Colegio de San Bartolomé, regidos ambos por los Jesuitas, formando una sola institución con el propósito, como lema fundacional de “formar hombres buenos para la Iglesia y útiles a la cosa pública”. A partir de este momento el Instituto se trasladó a las dependencias del Colegio, aunque los estudios de física y química permanecieron en su ubicación inicial del vecino Colegio de San Pablo (Marín, 1990: 480), actual Facultad de Derecho y entonces sede de la Universidad. La situación creada a raíz de la fusión es algo confusa, ya que el Instituto estaba agregado a la Universidad, pero sus clases, salvo las prácticas de física y química, se impartían en el Colegio, que poseía medios de financiación propios y era independiente de ella.

Hemos podido constatar que desde 1858 hasta final de 1860 se encargó de impartir las clases de *Elementos de Física y nociones de Química* Manuel Fernández Fígares, profesor a la vez de *Ampliación de Física Experimental* en la Universidad (Universidad de Granada, 1860: 20, 33), al que sustituyó José Barroeta Márquez, catedrático procedente del Instituto Provincial de Huelva, quien tomó posesión el 16 de enero de 1861 (Instituto de Granada, 1861: 7-8). Barroeta fue igualmente profesor en la Universidad de *Complemento del álgebra, geometría y trigonometría rectilínea y esférica* y de *Geometría analítica de dos y tres dimensiones* (Universidad de Granada,

1861: 10). Los alumnos del Instituto y la Universidad compartieron no sólo profesores, sino gabinetes durante los tres primeros lustros de existencia del primero.

“Agregado [el Instituto] a la Universidad, según los planes anteriores, concurrían los alumnos a recibir la enseñanza práctica y demostrativa de las asignaturas de Ciencias á los gabinetes y laboratorios de la misma” (Universidad de Granada, 1860: 31)



Fig. 6.1. Colegio Mayor de S. Bartolomé y Santiago en la actualidad

Como es lógico pasaron algunos años desde la fundación del Instituto hasta que éste dispuso del material de prácticas necesario para la novedosa enseñanza de las ciencias experimentales, aunque el Plan Pidal, como hemos visto en capítulos anteriores (3.4 y Anexo 2), había previsto la dotación de material de laboratorio (Ministerio de

Comercio, Instrucción y Obras Públicas, 1848: Título VI, Art. 173) e incluso se había publicado un catálogo modelo donde se especificaban los instrumentos que debían estar presentes en los gabinetes de física de los Institutos y Universidades (Gobierno de España, 1849: 354-356). El propio Gil de Zárate comenta que el nuevo Plan (Pidal) no se empezó a desarrollar realmente hasta al menos 1849 (Gil de Zárate, 1855: II, 44).

Luis Morón y Liminiana fue nombrado en noviembre de 1861 catedrático de *Física y elementos de Química* del Instituto de Granada. Procedía del de Orense, donde explicaba la misma asignatura y gozaba de gran prestigio y reconocimiento (Instituto de Granada, 1862a: 6-7).

En 1875 el Instituto se traslada a un edificio situado frente al Colegio de San Bartolomé y Santiago (Marín, 1990: 483), cuyas obras de remodelación habían comenzado diez años antes (Universidad de Granada, 1866: 44).

En 1891 Luis Morón y Liminiana permutó su cátedra de física y química con su hijo, Luis Morón García, que ocupaba la del Instituto de Baleares (Instituto de Granada, 1891: 6). Morón García había sido nombrado en 1874 auxiliar de Física y Química, Historia Natural y Fisiología e Higiene en Granada (Instituto de Granada, 1874: 4-7). Él también contribuyó al crecimiento y buena dotación de aparatos para la enseñanza de la física experimental, que muy probablemente usaba en sus clases, en este sentido parecen apuntar los pedidos cursados de material fungible y repuestos para los instrumentos del gabinete. Desempeñó su trabajo hasta 1910 cuando fue sucedido por Juan Mir Peña, que ocupaba la cátedra del Instituto de Cádiz (López Martínez, 1999: 449). El doctor Mir fue un personaje de gran inquietud científica, profesor auxiliar en la Facultad de Farmacia y autor de libros de texto.

Entre noviembre de 1900 y julio de 1901 se sucedieron en el instituto tres directores (Instituto de Granada, 1901: 4). Es probable que la razón de este poco interés en dirigir el Centro fuera que el edificio amenazaba ruina. Y efectivamente, el 1 de noviembre de 1901 se decretó por este motivo la suspensión de las actividades. Las clases se reanudaron el día 10 de noviembre en varios edificios de la Universidad, la Real Sociedad Económica de Amigos del País y, una vez más, el Real Colegio de San Bartolomé y Santiago (Instituto de Granada, 1902: 6-7).

Ante las protestas del profesorado por el mal estado de las instalaciones se impulsó la construcción de un edificio de nueva planta en la Gran Vía de Colón: “El día 4 de noviembre de 1901, el Ilmo. Sr. Subsecretario de Instrucción Pública comunicó al

Excmo. Sr. Rector de esta Universidad la R. O. en virtud de la cual se acordaba la construcción de un nuevo edificio que reuniera todas las condiciones que la enseñanza moderna exige, encargando al propio tiempo la formación del proyecto y presupuesto al Arquitecto provincial D. Juan Montserrat.” (Instituto de Granada, 1902: 8).

La primera piedra la colocó el 30 de abril de 1904 el rey Alfonso XIII y el 10 de enero de 1918 se ocupó la primera planta del edificio, aunque no se dio por terminado completamente hasta 1923³⁰ (Marín López, 1990: 486).



Fig. 6.2. El actual I.E.S. Padre Suárez

6.2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA COLECCIÓN

En la primera memoria anual del centro redactada por orden ministerial (Ministerio de Fomento, 1859: art. 96), correspondiente al año 1861 y que hace

³⁰ La exagerada demora en la ejecución de las obras del Instituto inspiró incluso una sarcástica quintilla, justificada a todas luces, que apareció en las carocas de las fiestas del Corpus Christi de 1906 (La Alhambra, 1906: 255):

Monumento sin segundo, / lo inauguró mano real;/ mas para escarnio profundo /el fin llegará del mundo, /pero el Instituto, igual.

referencia a lo acontecido en el curso 1860-1861, se menciona la escasez de medios con los que el establecimiento cuenta, que resultan insuficientes para el provechoso desarrollo de la enseñanza de las ciencias experimentales.

“Lo propio acontece [la carestía] respecto al material científico del Instituto; si bien este solo posee alguna parte de los instrumentos, modelos, aparatos, máquinas, cartas geográficas y demás medios que el estado actual de las ciencias reclama hoy para las explicaciones, aun de las puramente elementales cuyo inventario aparece a continuación de esta memoria” (Instituto de Granada, 1861: 12).

Los instrumentos referidos en esta memoria (Anexo 10) fueron añadidos a los que poseía la Universidad para completar y enriquecer sus fondos formando un solo gabinete mejor dotado:

“Los aparatos que llevan las iniciales C. é I., son del Real Colegio de San Bartolomé y Santiago é Instituto agregado á la Universidad, que teniendo muy pocos para componer un Gabinete, y hallándose las Cátedras elemental y de ampliación reunidas en un solo Catedrático propietario [Barroeta], con el acuerdo del Rector y el Director del Instituto se han incorporado á los que posee la Universidad, formando así un solo Gabinete más completo para las dos enseñanzas.”

(Universidad de Granada, 1860: 129).

Sigue la relación completa de instrumentos para la enseñanza de la física que poseía en ese momento la Universidad. Los instrumentos señalados con “C. é I.” son efectivamente los que se declaran en la memoria del Instituto en 1861. Este primer listado de instrumentos es una recopilación de los presentes en el gabinete de física en ese año. No se hace constar que hayan sido adquiridos en tal curso, por lo que podemos conjeturar que algunos de ellos, si no todos, fueron parte de los enviados por el Ministerio en 1847.

La situación sin embargo cambió radicalmente al curso siguiente (1862-1863). Es precisamente entonces, tal vez en relación con el impulso que la Ley Moyano (1857) dio a las disciplinas experimentales, cuando se recibieron los primeros lotes

significativos de instrumentos para el Instituto. El pedido de material para los gabinetes y la biblioteca se había hecho a lo largo del segundo semestre de 1859 y durante el curso 1860-1861. Este último año el Rectorado autorizó la ejecución de los correspondientes presupuestos y se procedió a la compra de instrumentos de física, química y matemáticas, así como colecciones para el gabinete de Historia Natural³¹ (Instituto de Granada, 1862a: 8-10). Los instrumentos de física adquiridos se relacionan minuciosamente en la propia memoria leída en la apertura del curso 1862-1863, donde se mencionan como instrumentos especialmente relevantes los “aparatos para demostrar la ley de las palancas, el de Venturi, el de Arago, el electrodinámico de Peullet [Pouillet] y el de las placas vibrantes; el ariete hidráulico, un sonómetro, barómetro de Gay-Lussac, modelo de locomotora, un portaluz, microscopio solar, pila de Wollaston de doce elementos, y el electro imán”

Idéntico inventario de instrumentos encontramos en el catálogo elaborado en 1862 por Luis Morón a su llegada al Instituto de Granada (Instituto de Granada, 1862b). En el inventario se relacionan algunos de los instrumentos que podemos encontrar actualmente en la colección como el sonómetro, portarretratos de Franklin, disco de Newton, piedra imán en soporte, ariete hidráulico, o máquina de vapor vertical, entre otros. Los códigos que figuran tras cada instrumento son los números de inventario asignados (ver ap. 6.4 y Anexos 9 y 10).

Durante el mismo curso 1862-1863 siguió creciendo la colección con la adquisición de una nueva remesa de unos cincuenta nuevos instrumentos (Instituto de Granada, 1863: 19-20) y en el curso 1864-1865 se adquirió una docena (Instituto de Granada, 1865: 15)

Hasta 1868 gracias al empeño de los catedráticos Rafael García Álvarez y Pedro Arosamena se consiguieron importantes dotaciones de material para el gabinete de ciencias naturales y la biblioteca del Instituto, respectivamente (Marín, 1990: 482). Un dato que nos habla del esfuerzo en impartir una enseñanza de corte experimental es que en esos años el instituto contaba incluso con un *Recogedor de objetos y encargado de los gabinetes* (Instituto de Granada, 1869). El encargado de acrecentar la colección de instrumentos de física y química fue el profesor Luis Morón. Se conserva un pedido del 10 de enero de 1866 con su firma (Instituto de Granada, 1866), donde se hace constar que los instrumentos han sido recibidos unos meses más tarde. De entre los

³¹ Para el gabinete de Historia Natural se adquirieron importantes colecciones de conchas, fósiles, animales naturalizados, etc. (Castellón, 2009).

instrumentos pedidos y comprados que aún se conservan podemos destacar un multiplicador de Schweigger, un huevo eléctrico, botellas de Leyden, el impresionante manómetro de Bourdon, un eslabón neumático, un areómetro de Franklin, un modelo de regulador de Watt y numerosos modelos de válvulas y dispositivos de máquinas de vapor.

Resulta sorprendente cómo a pesar de las dificultades y la pobre adecuación de los edificios donde hasta estas fechas se ubicó el Centro, las compras de material didáctico y la compostura de los instrumentos no dejaron de sucederse. Así en 1883 se recibieron de los fabricantes *Lerebours et Secretan, Ducretet, A. Fontaine y A. Biloret et C. Mora*, un nutrido grupo de tubos sonoros, instrumentos musicales y aparatos diversos para realizar experiencias de acústica (Instituto de Granada, 1883b). También se amplió la colección con alguna donación, como la máquina neumática de Bianchi “otorgada por la Universidad, que la adquirió con fondos concedidos por el Gobierno siendo Director de Instrucción Pública D. Juan Facundo Riaño” (Instituto de Granada, 1885b). En cuanto al cuidado y puesta a punto de los gabinetes en esta época, podemos aportar que desde 1875 hasta 1891 el Instituto tuvo en nómina a un *Ayudante encargado de los gabinetes* (Instituto de Granada, 1878 y 1892)

Cuando se planteó en 1918 el traslado al nuevo edificio, la dirección del Colegio de San Bartolomé y Santiago se opuso a que los instrumentos salieran de sus dependencias (Marín López, 1990: 486). Para añadir más confusión al problema, recordemos que el gabinete de física y química del Colegio-Instituto se había fusionado años atrás con el que poseía la Universidad. Además de estos instrumentos compartidos desde 1860, el Instituto contaba con mucho más material, puesto que había continuado con su política de compras independientemente del Colegio y de la Universidad. Andado el tiempo surgieron, pues, problemas de adjudicación a una u otra institución. Las pretensiones del Colegio no tuvieron sin embargo el éxito que esperaban sus responsables. Es probable que se llegara a una solución salomónica y que los aparatos del Colegio se quedaran en este centro, mientras que los adquiridos por el Instituto se trasladaran a su nueva ubicación. Esta conclusión la basamos en el inventario de 1928, revisado y firmado por Juan Mir Peña en 1938, donde encontramos los mismos instrumentos que en inventarios anteriores, pero sin duplicados, junto con otros de nueva adquisición como carretes de Ruhmkorff y las máquinas electrostáticas de Carré y Wimshurst (Instituto de Granada, 1928). Los instrumentos de las firmas *Leybold's*

Nachfolger y *Max Kohl* fueron adquiridos entre 1906 y 1915 (Instituto de Granada, 1906-1915).

Aunque suponga extralimitarnos en el marco temporal establecido en este trabajo, no podemos dejar de comentar que el material de prácticas continuó creciendo en la década siguiente aunque de forma poco significativa en relación a las grandes aportaciones del siglo anterior. Tras la Guerra Civil, y sucediendo a Mir, la cátedra del instituto fue ocupada (1942-1974) por Rafael Martínez Aguirre (Castellón, 2009: 53-54). El profesor Aguirre empleó en sus clases todos los instrumentos que se encontraban entonces en el gabinete de física, preocupándose por su buen estado de conservación y de su puesta a punto. Su celo por la buena conservación de los aparatos lo llevó a dejar por escrito en 1981, siete años después de jubilarse como profesor, un minucioso inventario en el que detalla el estado de conservación de la colección y donde da cuenta de los instrumentos presentes en la misma en el momento de su incorporación a la cátedra y los adquiridos con posterioridad (Instituto de Granada, 1981).

La evolución de la colección siguiendo los datos que figuran en las memorias anuales publicadas por el Instituto y la Universidad se detallan en la Tabla 6.1 y en la Fig. 6.3.

Curso (inicio)	≤1860	1861	1862	1864	1865	1869	1878	1879	1881	1882	1883	1884
Instrument. adquiridos	85	96	35	12	44	8	18	19	21	7	1	1
Curso (inicio)	1890	1891	1893	1895	1896	1897	1898	1899	1906	1907	1908	1909
Instrument. adquiridos	1	3	8	1	1	12	1	1	9	5	9	11
Curso (inicio)	1910	1911	1913	1914	1915						Total	
Instrument. adquiridos	2	4	1	3	0						419	

Tabla 6.1. Instrumentos adquiridos por el Instituto de Granada (1860-1915)

O expuesto gráficamente

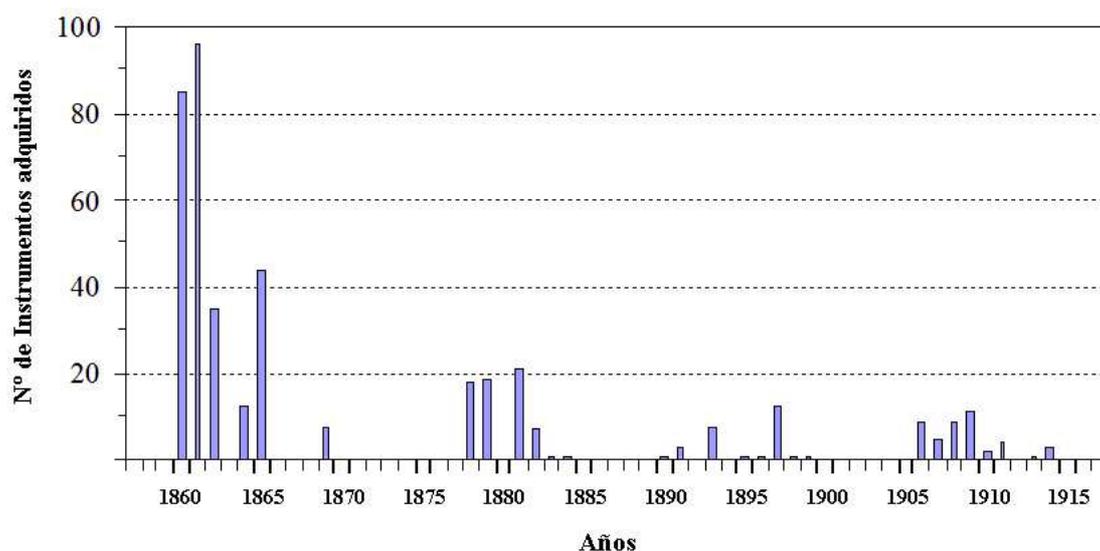


Fig. 6.3. Instrumentos adquiridos en el Instituto de Granada (1860-1915)

De los instrumentos adquiridos en este lapso de tiempo hemos podido identificar con seguridad 215, lo que supone una desaparición hasta los tiempos actuales del 49% de los 419 instrumentos que habían sido adquiridos a lo largo de los años mencionados. Conviene aclarar que este porcentaje es aproximado porque existen instrumentos que no hemos podido identificar a través de las memorias anuales del Instituto por presentarse en ellas de forma ambigua y, además, existen abundantes instrumentos auxiliares y multiuso que no se detallan en las memorias.

Por otro lado, examinando minuciosamente el inventario de 1981, elaborado por el profesor Aguirre y mencionado anteriormente, podemos constatar la merma en instrumentos que se ha producido en la colección hasta la actualidad. El actual conservador, profesor Luis Castellón, comenta que durante las obras de remodelación que concluyeron en 1993 “algunos elementos patrimoniales desaparecieron o se deterioraron pese a las cautelas adoptadas por el Instituto en ese momento” (Castellón, 2009: 111-112).

6.3. LA ENSEÑANZA REAL

Aspectos generales

Pocos datos directos son los que tenemos sobre la enseñanza real, cotidiana, de la física en el Instituto de Granada. Los que hemos obtenido proceden de fuentes indirectas y diversas. Los manuales nos aportan alguna información sobre el proceder en las clases puesto que reflejan bien tanto el modo de exposición de los fenómenos como el afán en su comprobación experimental. Como es obvio, dentro del intervalo temporal en el que incide nuestro estudio, la enseñanza real fue cambiando desde un cierto desconcierto producido por los nuevos hábitos y la nueva orientación que aporta el Plan Pidal, hasta la consolidación de los nuevos métodos y orientaciones, más parecidos a los actuales.

Lo que desde luego marca la enseñanza desde 1845 hasta las primeras décadas del siglo XX es su carácter marcadamente experimental. Este enfoque se entendió y se puso en práctica por los catedráticos y autores de textos españoles de una manera distinta a lo largo del siglo. En los primeros años del Plan Pidal el carácter experimental tenía poco en común con lo que se entendía de lo mismo a principios del siglo XX, cuando la influencia del krausismo en España era ya patente. Suele pensarse que estos últimos fueron renovadores y ciertamente lo fueron. Pero lo que realmente es digno de ser destacado es el enorme esfuerzo de renovación que llevaron a cabo los legisladores y los catedráticos que pusieron en marcha la primera ley de instrucción pública de nuestro país. Estos primeros catedráticos de secundaria tuvieron que abrirse paso en un ambiente social e intelectual marcado por unos condicionantes poderosos y arraigados. Por poner sólo algún ejemplo del ambiente que reinaba en el ámbito educativo, recordemos que la Iglesia Católica seguía aspirando a tener el control de la enseñanza durante todo el siglo XIX y comienzos del XX. Aún en el siglo XIX siguen reeditándose en España libros de física en latín de carácter escolástico (Moreno, 2000: 57).

Cuando surge el krausismo se produce también un movimiento de carácter neoescolástico radicalmente opuesto al primero y representado, entre otros por Juan Manuel Ortí Lara, 1826-1904 (Ollero, 1966), catedrático de filosofía en los Institutos de Granada y Madrid y de metafísica en la Universidad Central (Moreno, 2000: 91). Debe mencionarse igualmente que el catedrático del Instituto de Granada Rafael García

Álvarez, uno de los introductores del evolucionismo en España, padeció en 1872 una censura sinodal y condenación por el “discurso herético leído en el Instituto de Granada” sobre la teoría de Darwin (Sequeiros, 2007: 4). Fue excomulgado y sus obras pasaron al *Índice de libros prohibidos* (Castellón y Sánchez, 2008: 87). Con esto queremos poner de manifiesto dificultades que tuvo la introducción de la física experimental en España y que no existieron en otros países como Francia, referente científico y pedagógico del momento.

Los catedráticos españoles trataron de asumir los nuevos tiempos, emulando la forma de proceder en el país vecino, donde ya se tenía cierta experiencia en los mismos asuntos (Balpe, 2002). Así, dentro de la orientación experimental, la estrategia más común para hacer ver a los alumnos la validez de los principios, leyes y teorías expuestos era ejecutar ante ellos demostraciones de cátedra. No se plantearon hasta finales del XIX la eficacia didáctica que proporciona permitir a los propios alumnos el manejo de los aparatos y la ejecución de las experiencias. Una excepción que debe señalarse al respecto puede encontrarse en Tomás Escriche, que ya en 1883 instaba a los profesores a que fueran sus alumnos los que realizaran las experiencias (Escriche, 1883: VI).

Parece razonable suponer que el catedrático optaba por una metodología fundamentada en la descripción y en algunos casos la ejecución de las experiencias necesarias para comprensión de los conceptos, cuando era posible y se tenía el material apropiado. Pero como esto con mucha frecuencia no se llevaba a cabo y al ser el examen la única manera de valorar los conocimientos adquiridos, todo el trabajo del alumno podía reducirse a la pura memorización de leyes, conceptos y aparatos que componían el examen. En estas circunstancias no es de extrañar que muchos profesores convirtieran las clases de física en algo aburrido o incluso poco agradable para los alumnos: recitaciones de leyes y principios, descripción de aparatos extraños y de fenómenos aún más extraños. En consecuencia, los exámenes, que consistían en la exposición de una ley o la descripción de un aparato, podrían superarse con el simple manual y sin haber realizado una experiencia o pisado un gabinete. Entonces, no es de extrañar que más de un profesor publicara cuestionarios listos para memorizar y respuestas a las preguntas-tipo que luego los alumnos se encontrarían en el examen.

Algunos ejemplos del Instituto de Granada

Así por ejemplo, Luis Morón y Liminiana publica, dirigido a los alumnos, un Programa y un Cuestionario. Se ofrece un fragmento del primero y otro, de la misma lección, del segundo.

Lección 83... -Qué es el campanario eléctrico. -Cómo se verifica el repique. -Cómo se explica. -... (Morón, 1865: 87)

Lección 83...31. El campanario eléctrico es un pequeño aparato compuesto de tres timbres pendientes de una varilla, que en su punto medio y perpendicularmente á la misma lleva otra en forma de gancho, la cual sirve para suspender el aparato de la máquina eléctrica: dos de dichos timbres penden de los extremos de la varilla por medio de cadenitas metálicas de igual longitud, y el otro del punto medio de la misma por un hilo de seda de igual longitud que las cadenitas á fin de que los tres resulten sobre un mismo plano horizontal: por último, entre el timbre del medio y cada uno de los extremos hay pendientes de hilos de seda una esferita metálica equidistante y á igual altura que aquellos.

32. El repique eléctrico se efectúa suspendiendo el campanario de igual nombre del pequeño tubo que hay en el conductor móvil de la máquina eléctrica, y poniendo el timbre de en medio en comunicación con el depósito común por una cadenita metálica suspendida de un pequeño gancho que aquel lleva en su centro: en tal disposición, tan pronto como se carga la máquina, las esferitas se ponen en movimiento oscilatorio, chocan alternativamente con los timbres entre quienes se encuentran, y producen un verdadero repique y un continuo salto de chispas, que hacen más vistoso el experimento.

33. El repique eléctrico es una de las muchas aplicaciones de la electrización por influencia, y se comprende fácilmente á la vista del experimento y de la disposición del aparato.... (Morón, 1868: 389-390)

Morón justifica en la Advertencia preliminar del *Programa*, que el objeto que persigue con la edición de esta obra es facilitar al alumno la tarea de “estudiar y resumir las lecciones de los textos”. También comenta que hay que entenderla como una “guía que les haga distinguir los diferentes y principales puntos de cada lección en que deban

fijarse”. Y no debe considerarse como “la simple copia del índice de un libro” (Morón y Liminiana, 1865: 3). Sería injusto concluir que Morón se limitaba en sus clases a recitar un cuestionario. Hemos localizado dos citas indirectas sobre la actividad de este profesor que nos informan de que hacía tomar apuntes de las explicaciones a sus alumnos (Gallego, 1974: 22) y de que las ilustraba con experiencias de cátedra (Méndez, 1911: 473).

Más aún, hemos podido constatar revisando la documentación histórica que Luis Morón y Liminiana, Luis Morón García y Juan Mir Peña se preocuparon por ofrecer a sus alumnos una enseñanza acorde con la metodología de su momento. La realización de experiencias de cátedra viene probada por las huellas de uso que hemos encontrado en los instrumentos, así como en la realización de pedidos de material fungible y de nuevos instrumentos. Es significativo también el hecho de que hubiera personal encargado de los gabinetes, como hemos visto en el apartado anterior.

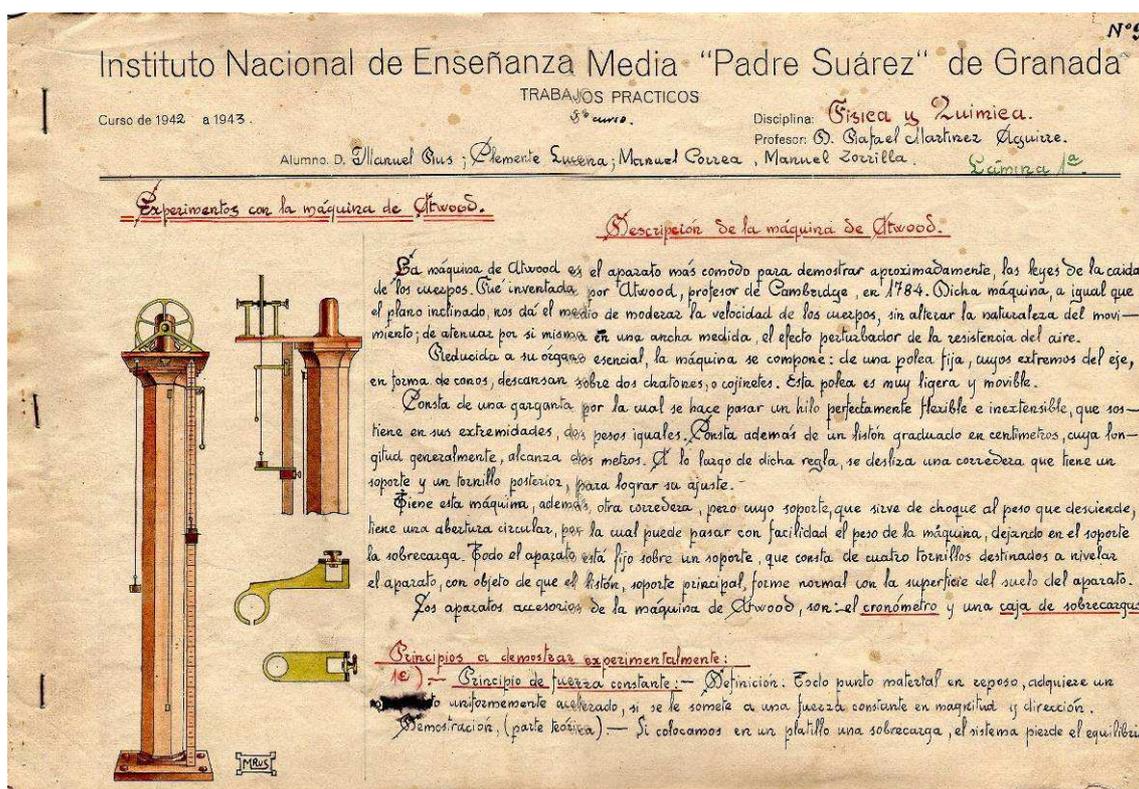


Fig. 6.4. Ejercicio práctico sobre la Máquina de Atwood (Ca. 1860) realizado en el curso 1942-1943. (Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez).

El celo por enseñar una física experimental, en el sentido instrumental que venimos manejando, llega en el Instituto de Granada hasta el siglo XX de la mano del

que probablemente fuera el último profesor de física del Centro que empleó el material histórico en sus clases: Rafael Martínez Aguirre. En tiempos de escasez, típico de la posguerra, el interés de este profesor por mantener la práctica experimental en vigencia apuró parte de los instrumentos históricos con dicho fin, consiguiendo que se conservaran adecuadamente. Martínez Aguirre simultaneaba las experiencias de cátedra con las prácticas de laboratorio (Martínez Aguirre, 1951). En el archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. Padre Suárez se conserva alguno de estos “ejercicios prácticos” ejecutados por los alumnos de física en los años cuarenta, empleando instrumentos que habían cumplido ya los ochenta años (Fig. 6.4).

No podemos abandonar esta exposición sin hacer una pequeña referencia a los manuales empleados por los primeros catedráticos del Instituto de Granada. Como comentábamos al principio de este capítulo, hemos constatado que entre 1858 y 1860 impartió las clases de física Manuel Fernández Fígares. No tenemos certeza de que empleara en sus clases manual alguno, pero podemos suponer que al menos aconsejara a sus alumnos seguir las explicaciones auxiliándose de su manual (1ª edición en 1857). Su sucesor en la tarea docente, el Ldo. José Barroeta, optó por el manual de Valledor y Chavarri para el curso 1860-61 (Instituto de Granada, 1861). Curiosamente, al incorporarse un curso después Luis Morón y Liminiana como profesor de física y química, propuso nuevamente la segunda edición (1861) del manual de Fernández Fígares (Instituto de Granada, 1862), que siguió siendo el libro de texto hasta que en 1868 Morón editó su propio libro (Instituto de Granada, 1870). Al permutar cátedra Morón y Liminiana con su hijo, Luis Morón García en 1891, éste adoptó, a partir de 1896, el texto de Feliú (Instituto de Granada, 1897), que siguió vigente como manual de física y química durante los primeros años de cátedra de Juan Mir Peña.

6.4. INVENTARIADO DE LA COLECCIÓN

Hemos procedido al inventariado de la colección de instrumentos antiguos que existe en la actualidad en el Instituto “Padre Suárez”, llamado en otros tiempos Instituto

de Segunda Enseñanza de la Provincia de Granada. Para ello hemos seguido los pasos que vamos a describir a continuación de una manera general.

Fuentes para la identificación de instrumentos

Han sido varias las fuentes empleadas en la identificación de los instrumentos. Los libros de texto empleados durante todo el S. XIX, aportan una visión histórica de la evolución del instrumento a lo largo del tiempo. Por esta razón uno de los más útiles, por el amplio abanico temporal que ocupa, ha sido el *Traité* de Ganot, en varias ediciones (ver bibliografía). Este texto fundamental, generosamente ilustrado con precisos grabados en madera, vio más de veinte ediciones desde 1852 a 1894, contando con traducciones al inglés, alemán, holandés, español y ruso (Khantine-Langlois, 2006). Ya en el siglo XX se siguió reeditando hasta 1945, año de la última versión española (Vaquero, 2001).

Pero sin duda la fuente principal para la identificación han sido los catálogos comerciales de los correspondientes fabricantes. En efecto, a través de ellos se puede deducir la evolución de las necesidades en cuanto a dotación material de laboratorios y escuelas. Dan cuenta de los pedidos realizados por las instituciones más renombradas del momento y de los reconocimientos y logros profesionales de los fabricantes. Se puede seguir la evolución de los materiales con que se construyeron y de la morfología de los instrumentos, etc. Un excelente ejemplo del fruto que se puede extraer de los catálogos lo constituyen los estudios de Paolo Brenni acerca de los principales constructores franceses³². En nuestro caso hemos empleado especialmente los catálogos de las casas comerciales mayoritariamente presentes en la colección, esto es, Lerebours et Secretan (1853), Max Kohl (Ca. 1910) y Leybold's Nachfolger (Ca. 1905).

Estas magníficas fuentes son, sin embargo, escasas. Para cubrir esta laguna desde hace años vienen funcionando en Internet varias páginas web afanadas en acumular y poner al servicio de cualquier interesado un conjunto creciente de catálogos comerciales digitalizados. De entre todas las páginas con bibliografía útil que hemos utilizado para la identificación de los instrumentos de la colección del I.E.S. Padre Suárez destacamos dos. La primera es <http://gallica.bnf.fr> que corresponde a *Gallica*, biblioteca electrónica de la Biblioteca Nacional de Francia. Sin duda la mejor biblioteca

³² Serie de nueve artículos publicados en los números 43, 44 y 45 del *Bulletin of the Scientific Instrument Society* bajo el título genérico de *19th Century French Scientific Instrument Makers*.

con fondo antiguo que existe actualmente en Internet. En ella y sus páginas asociadas puede encontrarse abundante bibliografía sobre instrumentos y constructores, monografías históricas de referencia sobre diferentes aspectos de las ciencias experimentales, libros de texto oficiales de los institutos, academias y escuelas franceses y catálogos comerciales de instrumentos.

La segunda es <http://www.sil.si.edu/DigitalCollections/Trade-Literature/Scientific-instruments> que corresponde a *Instruments for Science, 1800-1914*, página web de la Smithsonian Institution dedicada en exclusiva a los catálogos comerciales de instrumentos científicos del periodo 1800 a 1914. En la actualidad cuenta con 271 catálogos íntegros disponibles en formato html y pdf.

Números de identificación

Desde un punto de vista museológico, el inventariado es la primera tarea que debe llevarse a cabo para el correcto mantenimiento, localización y posterior estudio de una colección.

En lo que se refiere a los criterios de clasificación museológica, hemos seguido esencialmente las pautas que sugiere E. Porta en su *Sistema de Documentación para Museos* (Porta, 1982). El sistema elegido para establecer los números de registro ha sido el de “tres números”, que es el usado en la mayoría de museos, incluido el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, aunque con alguna variante.

El primer grupo de números indica el año de inventariado. Esto difiere de lo indicado por Porta, que supone coincidentes el año de ingreso y el año de inventario y por tanto los identifica (*Op. cit.*, p. 32). En nuestro caso encontramos un gran número de piezas que no se habían inventariado anteriormente y de las que sabemos que llevaban largo tiempo en los almacenes, pero no exactamente cuándo entraron en la colección. El segundo (“número de control”) da cuenta en nuestro caso de a qué categoría, de las diez que hemos ideado y expuesto en el capítulo 5, pertenece el objeto. Hemos asignado los siguientes números de control:

Medida: 01 // Estudio y Demostración: 02 // Tecnológico/Modelo tecnológico: 03 //
Producción de agentes físicos: 04 // Uso no científico o cotidiano: 05 //Recreativo:
06 // Modelo didáctico: 07 // Auxiliar: 08 // Multiuso: 09 // Investigación: 10

El tercer número indica el orden que tiene asignado el objeto dentro de la colección y es exclusivo para cada uno de ellos. Tras este número aparece en algunos

casos un cuarto número separado por un punto. Su función es dar cuenta de que el objeto en cuestión se compone de diferentes partes, cada una con sentido propio y físicamente separables, o bien que el objeto pertenece a un conjunto de piezas idénticas y previamente reunidas formando un pequeño grupo. Estos son precisamente los “números relacionados” que aparecen en la base de datos y en las fichas de catalogación. Expuesto esquemáticamente, en forma de plantilla, tendremos:

Año de inventario / Colección / N° de objeto. Partes

En cuanto al nombre del instrumento diremos que hemos escogido siempre el más usual, es decir, el más frecuente en la bibliografía en castellano. Durante el proceso de elaboración de este trabajo hemos podido comprobar cómo la cuestión del nombre no siempre está exenta de cierta problemática chauvinista por parte de los constructores y editores. En Francia por ejemplo se conoce como hemisferios de Biot al instrumento que en Inglaterra se llama hemisferios de Cavendish.

Todos estos pasos los hemos seguido en la catalogación de los instrumentos del Instituto de Granada. Una vez conocidos los instrumentos se les han colocado etiquetas identificativas y se han fotografiado. La información recogida de cada uno (dimensiones, materiales, inscripciones, etc) se ha volcado en una base de datos para su posterior manipulación y estudio. Con esta información se han elaborado fichas catalográficas aptas para ser impresas en papel (Fig. 6.5). El listado completo de piezas de la colección (1860-1915) se ofrece en el Anexo 9.

INVENTARIO		Nº 38
Museo de Ciencias I.E.S. Padre Suárez		
Área:	CIENCIAS FÍSICAS	Fecha de Inventario: 29/6/2004
Disciplina:	MECÁNICA DE FLUIDOS	
Sección:	EFFECTOS DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA	
<hr/>		
HEMISFERIOS DE MAGDEBURGO		
Ca. 1860		
Número de Inventario:	04.09.038	Números Relacionados:
Dimensiones:	Ø 8,8x24,4 cm	
Materiales:	Latón, cuero.	Estado de Conservación: Aceptable
Incripciones:		
Observaciones:		

Fig. 6.5. Ejemplo de ficha catalográfica

Procedencia de los instrumentos

Otro aspecto que podemos estudiar fácilmente una vez realizado el inventario es la distribución de instrumentos atendiendo al fabricante y al país de origen del mismo. Los principales fabricantes representados en la colección, con más de un instrumento, son los que se dan en la Tabla 6.2 y la distribución de instrumentos por país de origen del fabricante se recoge en la 6.3.

El total de instrumentos de la Tabla 6.3 (144) es superior al de la 6.2 porque se han considerado de procedencia francesa instrumentos con leyendas en francés aunque no aparezca el nombre del fabricante.

Como vemos, el país de origen del mayor número de instrumentos de la colección es Francia. El dato es coherente con lo expuesto en capítulos anteriores, puesto en el primer listado que ofreció el Ministerio (1846) ya se apuntaba a este país como el más idóneo para la compra de material didáctico. Recordemos además que los dos constructores recomendados oficialmente eran Lerebours et Secretan y Pixii. En la

colección del Instituto de Granada destaca con diferencia el primero de ellos. Pixii está representado con solo dos instrumentos, aunque es muy probable que en su momento hubiera bastantes más en el gabinete del Centro y que no han llegado hasta nosotros.

Secretan	77 (54 %)
Max Kohl	10 (7 %)
Grasselli y Zambra	9 (6 %)
Leybold's Nachfolger A.-G.	6 (4 %)
Azañón	3 (2 %)
Cultura	2 (1,6 %)
Mazo	2 (1,6 %)
Estevez & Jodra	2 (1,6 %)
Pixii Pere et Fils	2 (1,6 %)
Talleres Heron	2 (1,6 %)
Otros	27 (19%)
Total	142

Tabla 6.2. Fabricantes de la colección del Instituto de Granada (1860-1915)

Alemania	17 (12%)
España	27 (19%)
Francia	100 (69%)
Total	144

Tabla 6.3. Distribución de instrumentos firmados por país de origen (1860-1915)

6.5. APLICACIÓN DEL ESQUEMA CLASIFICATORIO A LA COLECCIÓN DEL INSTITUTO DE GRANADA

Como acaba de indicarse, se ha realizado el inventariado de la colección de instrumentos que existen en la actualidad en el I.E.S. “P. Suárez”. La lista de instrumentos identificados se da en el Anexo 9. A partir de ella se ha efectuado el análisis por categorías de los instrumentos, del mismo modo que procedimos en su momento en el capítulo 5 (ap.5.5). Los datos del análisis se reflejan en la Tabla 6.4 y se visualizan en la Figura 6.6.

TIPO DE INSTRUMENTO	Nº (porcentaje)
Medida	61 (15%)
Estudio y Demostración	176 (44%)
Tecnológico/Modelo tecnológico	52 (13%)
Producción de agentes físicos	22 (5%)
Uso no científico o cotidiano	10 (2%)
Recreativo	17 (4%)
Modelo didáctico	4 (1%)
Auxiliar	39 (10%)
Multiuso	19 (5%)
Investigación	3 (1%)
TOTAL	403

Tabla 6.4. Distribución por categorías de los instrumentos del Instituto de Granada (1860-1915)

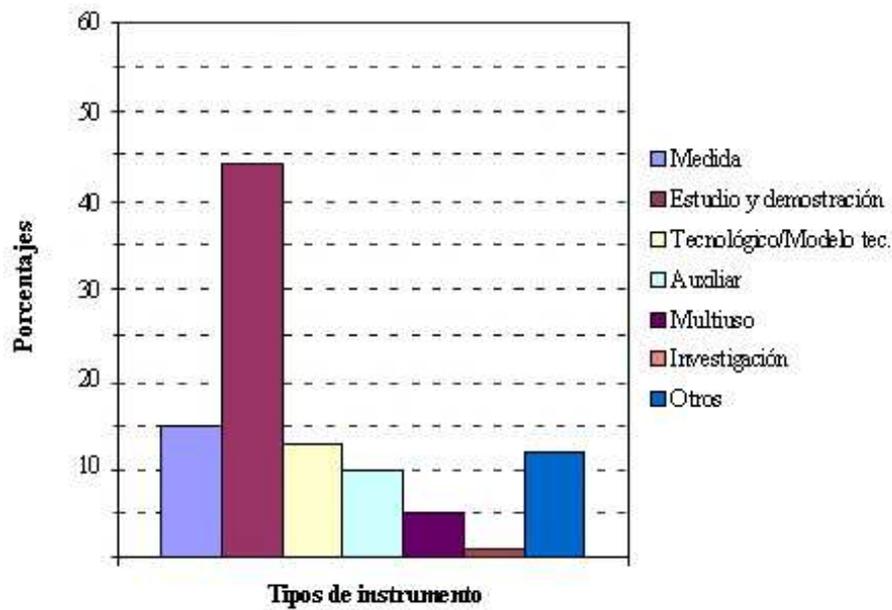


Fig. 6.6. Distribución por categorías de los instrumentos del Instituto de Granada (1860-1915)

Como podemos apreciar, la colección posee el mismo perfil que las analizadas en las tablas 5.1-3 y las figuras 5.12 a 5.14, correspondientes respectivamente a la lista de instrumentos propuesta por el Ministerio y a dos centros educativos. Las semejanzas se concretan en un máximo de aparatos de estudio y demostración (>40%, como en las tablas mencionadas). El segundo lugar (15%) lo ocupan los instrumentos de medida. Algo más abajo (13%) están los instrumentos/modelos tecnológicos, seguidos por los instrumentos auxiliares (10%).

Las siguientes ilustraciones muestran algunos de los instrumentos de la colección. Cada una es ejemplo de los tres tipos que predominan: estudio y demostración (Fig. 6.9), medida (Fig. 6.8) y tecnológico (Fig. 6.7).



Fig. 6.7. 04.03.117: Telégrafo de cuadrante



Fig. 6.8. 04.01.050: Dinamómetro



Fig. 6.9. 04.02.200: Prisma de líquidos

6.6. PROPUESTAS DE USO DE LA COLECCIÓN

Como fuente de investigación

Como comentábamos al comienzo, los instrumentos científicos se han revelado hace años como fuentes insustituibles para el estudio de ciertos aspectos de la historia de la ciencia y su enseñanza. No nos cabe duda de que igualmente serán fuentes interesantes a tener en cuenta en futuros estudios de carácter sociológico y de historia económica. Estudiando detenidamente los instrumentos didácticos de una época

podemos obtener información sobre si un instrumento se empleaba asiduamente o de forma esporádica, sobre la metodología real adoptada en la enseñanza, sobre el estado de evolución y asimilación de una disciplina, sobre problemas de diseño y soluciones técnicas para superarlo, etc. En el presente trabajo se han empleado en este sentido.

Pero quizá el uso más novedoso que se puede hacer de ellos es su utilización como fuentes para construir réplicas funcionales y reproducir con ellos experiencias históricas siguiendo las pautas de experimentación del momento. Es lo que se viene llamando desde hace unos años el método de replicación (Heering, 2005). Si se hace con fines didácticos también se llama “el laboratorio histórico” (Ho-Ttecke, 2000).

Aplicaciones museológicas

Sin duda la mejor vía para conservar las colecciones de antiguos instrumentos didácticos es la conformación con sus elementos de un museo o aula-museo donde exhibirlos en unas condiciones controladas (Caamaño, 2000). Esta solución ha sido la adoptada en el I.E.S. P. Suárez, que desde 1995 posee un espacio destinado en exclusiva a la custodia y exhibición pública de sus fondos patrimoniales. El Museo tuvo desde sus comienzos una excelente acogida y es visitado asiduamente por grupos de alumnos, asociaciones culturales de la provincia e interesados en general (Castellón, 2009). Intentos similares se están produciendo en algunos otros institutos españoles, aunque según parece por lo que reflejan en sus páginas web (Anexo 5), sin los resultados obtenidos por el P. Suárez. En cualquier caso, tanto este último como todos los demás centros educativos con patrimonio, continúan careciendo de personal debidamente formado para desempeñar las tareas de conservación y, sobre todo, de restauración de sus colecciones. Esta situación ha llevado en algunos casos a intervenciones lamentables e improcedentes sobre sus piezas, que buscando un malentendido embellecimiento de las mismas, les han restado un gran valor histórico.

Aplicaciones didácticas

En primer lugar debe quedar muy clara la siguiente idea:

- * El material histórico nunca debe emplearse para realizar experiencias didácticas, ni en el laboratorio ni en el aula.

Sólo excepcionalmente el profesor responsable podría utilizar algún instrumento si su estado es apto para la manipulación y si previamente se han tomado las medidas necesarias para reducir a cero los riesgos que pueda correr la pieza. No coincidimos por tanto en esta cuestión con ciertos usos didácticos que requieren, sin más justificación que la presunta *motivación* de los alumnos, la puesta en funcionamiento de aparatos complejos como una máquina eléctrica (Bernal, 2009: 79-8).

Para realizar experiencias didácticas un centro escolar normalmente dispone de material moderno, más funcional, más resistente y más adaptado a las exigencias de los programas. Frente a él, el material histórico es, en general, más artesanal, más frágil y más disperso. De aquí se deriva otra idea-guía que va enlazada a la anterior:

- * El material histórico nunca puede competir en prestaciones con el material actual, mucho más adaptado a su función.

En segundo lugar hay que complementar lo dicho al principio con lo siguiente: El material histórico puede y debe mostrarse a los alumnos (en clase, o en la sala-museo) para que adquieran una visión de lo que era la ciencia del pasado y la enseñanza que recibieron jóvenes como ellos hace muchos años. Así podrán percibir su diseño y funcionamiento, y compararlos con los existentes en nuestros días.

Los programas de ciencias actuales son, además, especialmente sensibles a la historia de la ciencia, encontrándose entre sus objetivos la adquisición por parte de los alumnos de ideas sobre epistemología e historia de la ciencia (Junta de Andalucía, 2002: 16382-3). Así pues, el profesor, cuando el tema que ha de tratar sea propicio, puede llevar a clase alguna pieza, presentarla, describirla y explicar su funcionamiento. E incluso, si esto es posible, realizar una comparación con el mismo instrumento en su versión moderna, lo que posee un valor didáctico de consideración. Por ejemplo, en el tema de condensadores puede presentar en clase una botella de Leyden, explicar su funcionamiento, y a continuación mostrar un condensador moderno de capacidad parecida. Con actividades tan simples como ésta, el alumno puede percibir, entre otras muchas cosas, la evolución de la tecnología siguiendo el vector de la miniaturización. Lo mismo podría hacerse comparando una balanza antigua con una balanza digital y tendríamos la puesta en evidencia de otro vector de la evolución tecnológica: el vector de la digitalización.

Sentadas estas premisas, está claro que:

- * Cualquier actividad didáctica centrada en un instrumento antiguo ha de excluir su manipulación.

Entonces, además de la citada, ¿qué otras actividades son posibles? Citemos algunas

1) El profesor podría mostrar una pieza (p. ej. un dilatómetro, Fig. 6.10) y que los alumnos buscaran información para confeccionar un cuadro explicativo adjunto, o de describir y explicar ellos mismos qué es y cómo funciona el aparato.

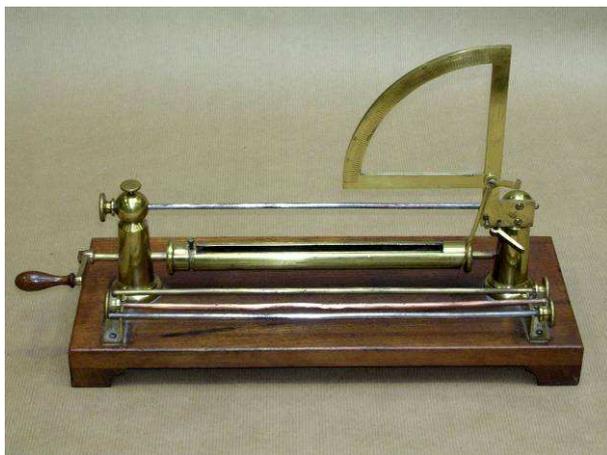


Fig. 6.10. Dilatómetro del I.E.S. P. Suárez (04.02.167)

2) En caso de que el material histórico esté organizado en expositores con sus paneles informativos correspondientes, el profesor puede plantear alguna cuestión escrita, cuyas respuestas se encuentran en los paneles citados (p. ej. ¿Puede arder un algodón con alcohol utilizando un espejo parabólico como el que muestra la figura 6.11? ¿En qué circunstancias? ¿Por qué?). De este modo se obliga a los alumnos a leer los paneles con detenimiento.



Fig. 6.11. Espejo ustorio del I.E.S. P. Suárez (04.02.290.1)

3) En algún caso, y en asignaturas como Tecnología, no es difícil la reproducción del aparato antiguo con materiales usuales (p. ej. La pila de Volta como la de la Fig. 6.12). Además de ejercitar habilidades tecnológicas, es una vía directa para comprender el funcionamiento del aparato que se trate.



Fig. 6.12. Pila de Volta del I.E.S. P. Suárez (04.02.333)

4) Una exposición de material histórico podría constituir, o al menos estar presente en una jornada de puertas abiertas del centro escolar. Los propios alumnos, distribuidos en pequeños grupos en torno a cada instrumento, serían los encargados de las explicaciones a los visitantes.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

7.1. REFLEXIONES FINALES

El estudio que hemos realizado en el marco de la presente tesis doctoral se ha centrado en la enseñanza de la física en la España de los siglos XIX y comienzos del XX, incidiendo particularmente en dos elementos básicos que intervienen en la enseñanza de la disciplina: los libros de texto y los instrumentos de gabinete.

En los capítulos precedentes se han ido exponiendo las conclusiones parciales extraídas de los temas propuestos en cada uno. Se ha procedido a hacerlo así puesto que la temática tratada en ellos, pese a tener un denominador común, esto es, los instrumentos antiguos en el ámbito escolar, muestra facetas muy diversas como son su desarrollo histórico, su vinculación con una determinada orientación de la enseñanza de la física, sus características propias, su presentación en los manuales de la época y su presencia en los gabinetes de los centros educativos.

Esto dibuja una de las características de la investigación llevada a cabo en la presente tesis doctoral: abrir las puertas a las principales facetas que componen el campo de estudio, que no son pocas. Otra opción hubiera sido profundizar en una parcela del conjunto, prestando menos atención a las restantes, lo que es pertinente cuando el campo de estudio ha sido exhaustivamente tratado. No es desde luego nuestro caso. Hemos preferido avanzar el conocimiento en los distintos dominios, en los que hemos logrado resultados de interés que creemos serán un estímulo para seguir profundizando en las áreas estudiadas.

Ya en el arranque de nuestro trabajo (cap.1) se establecieron unos objetivos (ap.1.6) así como una metodología de investigación y un plan de trabajo (ap.1.7) para alcanzar dichos objetivos. Recordemos que parte de ellos se referían a la propia disciplina tal y como se mostraba en la época, otros a instrumentos y gabinetes, otros a manuales del periodo considerado, y otros a sus relaciones mutuas. Pues bien, siguiendo el plan de

trabajo trazado, creemos haber cumplido, en mayor o menor extensión, los objetivos inicialmente propuestos. A continuación vamos a esto con más detalle.

7.2. ACCIONES DE INVESTIGACIÓN LLEVADAS A CABO

Las principales tareas que hemos emprendido en el transcurso de nuestro trabajo de investigación ya se fijaron en el inicio de la presente tesis dentro del plan de trabajo, guiado por los objetivos (ap. 1.7). Pero también hay que decir que el plan de trabajo abarca más tareas que las que se muestran aquí como “acciones de investigación”. Éstas serían de entre las anteriores las más fructíferas y las que han conducido a resultados más interesantes. A continuación se enumeran resumidamente las acciones de investigación y se señalan los capítulos donde son expuestas. Las conclusiones derivadas de ellas las exponemos un poco más adelante como conclusiones generales de la tesis (ap. 7.4). Estas conclusiones van marcadas con el mismo número que las acciones de investigación de cuyos resultados se han deducido.

Acciones de investigación realizadas:

- 1.** (Cap.2) Se han estudiado manuales de la época centrando la atención en el carácter experimental, para determinar qué rasgos más característicos marcan el paso de la física escolástica a la física experimental. Esto se ha hecho en su vertiente metodológica, viendo si los contenidos van acompañados de su comprobación experimental y en su vertiente programática, analizando la temática del manual.
- 2.** (Cap.2) Se ha comparado el programa de los manuales de física franceses de la primera mitad del siglo XIX recomendados por el Ministerio para comprobar si el programa oficial (1846) emitido con el Plan Pidal tiene puntos en común con los anteriores. Lo mismo se ha hecho con los instrumentos de los manuales y los propuestos en la lista oficial (1846).
- 3.** (Cap.3) Se ha profundizado en la problemática a la que se enfrentan los centros escolares a mediados del siglo XIX para adquirir el material instrumental necesario para promover una enseñanza de la física mínimamente experimental. Igualmente se han recopilado datos acerca de otro problema tan acuciante como el anterior cual es el de los manuales y su adaptación a los nuevos programas.
- 4.** (Cap.3) Se ha analizado la lista oficial de instrumentos propuesta por el Ministerio (1846), que sirve de guía a los centros escolares, para tratar de deducir datos sobre la enseñanza experimental practicada durante el siglo XIX.

5. (Cap.4) Se ha estudiado la exposición de los instrumentos en los manuales para indagar si aparecen elementos propios en el discurso de estas presentaciones y si esto varía según el tipo de instrumento.
6. (Cap.4) Se ha realizado un análisis iconográfico de las ilustraciones de instrumentos en manuales a lo largo del periodo estudiado. Para ello se han utilizado varias categorías que marcan un grado de iconicidad diferente, que va desde realista a simbólica. La finalidad es comprobar cómo evolucionan las categorías a lo largo del siglo.
7. (Cap.4) Se ha determinado el carácter experimental de manuales reuniendo en una fórmula varios factores relacionados con los instrumentos, como el número de instrumentos, la extensión dedicada a su exposición y el número de figuras de ellos. Esta fórmula se ha aplicado a manuales que se extienden a lo largo del siglo XIX y principios del XX para comprobar la variación del carácter experimental de la enseñanza.
8. (Cap.4) Se ha ideado una manera simplificada de calcular el índice de experimentalidad de un manual que consiste en concentrarse, en lugar de la totalidad del manual, en una parcela concreta del mismo: la hidrostática. Los resultados se han comparado con los obtenidos en el examen completo de los mismos manuales.
9. (Cap.5) Se ha propuesto una clasificación de los instrumentos de gabinete basada en la finalidad de utilización (en lugar de en los dominios de la física) y constituida por diez categorías diferentes. La clasificación se ha aplicado a diversas colecciones a fin de comprobar su idoneidad.
10. (Cap.5) Se han categorizado diversas colecciones de centros escolares y de laboratorios de investigación, así como instrumentos que aparecen en distintos manuales escolares para comprobar la existencia de algunas tipologías características.
11. (Cap.5) Se ha ampliado el periodo de estudio de los instrumentos escolares hasta nuestros días con la intención de constatar cambios de concepción del material de prácticas o alteraciones en su distribución por categorías.
12. (Cap.6) Se ha inventariado y catalogado el material instrumental de época que se conserva en el I.E.S. "P. Suárez". Se han categorizado los instrumentos para comprobar si la colección manifiesta similitudes con relación a las de otros centros escolares.

7.3. RESPUESTAS A LOS INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN INICIALES

En el capítulo 1 nos planteamos una serie de interrogantes (ap. 1.5) a los que la investigación debería responder. Esto ha sido debidamente cumplido. Ya estamos en disposición de suministrar una respuesta bien fundamentada a aquellas cuestiones y también a otras colaterales, surgidas en el transcurso del trabajo.

Vamos entonces a retomar las preguntas y darles una muy resumida respuesta, indicando el capítulo de la tesis donde se desarrollan más extensamente.

- ¿Cuáles son los factores que definen el carácter experimental de la enseñanza de la física? ¿Qué elementos metodológicos aporta?

A diferencia de la enseñanza de corte escolástico que sólo exige una metodología memorística basada en un manual tradicional, la enseñanza de la física experimental requiere, además de un manual de igual orientación, ser complementada con prácticas probatorias de los contenidos teóricos. Esto explica la importancia que adquiere en la enseñanza el uso de material instrumental. (Ver cap.2 y parte del cap.3).

- ¿Qué diferencias distinguen a los manuales de física escolástica y física experimental?

Los manuales de enfoque escolástico giran en torno a las características y propiedades del “ente natural”, empleando casi siempre desarrollos deductivos. Los manuales de corte experimental se centran en los fenómenos, no siempre naturales, y en las leyes y principios que siguen, que han de ser probados en el laboratorio en condiciones no naturales. (Ver cap.2).

- ¿Qué eco tiene la física experimental en España? ¿Con qué respaldos cuenta?

La física escolástica, apoyada por la Iglesia, resiste en España la entrada de la física experimental hasta bien avanzado el siglo XIX. Aunque desde principios de siglo la traducción de manuales de nueva orientación se intensifica, en 1845 se produce un acontecimiento que inclina la balanza definitivamente a favor del nuevo enfoque. El Plan Pidal da el respaldo oficial a la física experimental. A partir de ahí proseguirá su avance sin retroceso. (Ver cap.2 y también cap.3).

- ¿Cómo surgen los gabinetes en los centros de enseñanza? ¿De dónde proceden sus instrumentos?

El Plan Pidal crea los institutos y los dota de gabinetes. En una época de penuria económica el esfuerzo es grande y el material que llega, escaso. Los centros se ven obligados a complementar el material que les llega del Ministerio. Éste propone una

lista de material experimental y, además, recomienda una serie de fabricantes franceses para hacer las adquisiciones. (Ver cap.3).

- ¿Qué elementos discursivos emplean los manuales en la exposición de un instrumento?

En la presentación de los instrumentos en manuales el discurso suele estar constituido por cuatro elementos: fundamento, finalidad, descripción y funcionamiento. Estos elementos destacan unos más que otros, según el tipo de instrumento descrito. (Ver cap.4).

- ¿Qué tipo de iconicidad emplean los manuales para presentar los instrumentos?
¿Evoluciona con el tiempo?

Las ilustraciones de instrumentos que aparecen en los manuales muestran una iconicidad que va desde realista a simbólica. Las de tendencia realista crecen a medida que avanza el siglo y predominan sobre las simbólicas hasta llegar a un máximo hacia finales del mismo. A partir de ahí inician un lento descenso. (Ver cap.4)

- ¿Puede medirse el grado de experimentalidad de un manual?

Lo hemos hecho recogiendo en una fórmula tres factores muy influyentes al respecto como el número de instrumentos, la extensión dedicada a su exposición y el número de figuras de ellos. La fórmula, aplicada a diversos manuales, da índices que permiten establecer comparaciones de unos con otros. (Ver cap.4)

- ¿Cómo pueden clasificarse los instrumentos de gabinete? ¿A qué tipologías responden?

Hemos puesto a punto y utilizado una clasificación de los instrumentos de gabinete constituida por diez categorías: instrumentos de medida, de estudio y demostración, tecnológicos, de producción de agentes físicos, cotidianos, recreativos, modelos didácticos, auxiliares, multiuso y de investigación. (Ver cap.5)

- ¿Puede hablarse de tipología de una colección de instrumentos? ¿Habrán diferentes tipologías que marquen la distinción entre unas colecciones y otras?

Al aplicar el esquema clasificatorio a colecciones de instrumentos de distinta procedencia se han encontrado tipologías diferentes. Así, las colecciones de centros escolares muestran un elevado porcentaje de instrumentos de estudio y demostración. Lo mismo ocurre con las de instrumentos de manuales. En cambio, las colecciones de centros de investigación muestran otra tipología, caracterizada por porcentajes destacados de instrumentos de medida y auxiliares. (Ver cap.5 y también cap.6).

7.4. CONCLUSIONES GENERALES

Ahora, como cierre de nuestra investigación, vamos a exponer las conclusiones generales que se infieren del trabajo realizado. Todas están vinculadas con los objetivos inicialmente propuestos. Adelantándonos a la exposición de las conclusiones, mostramos en la Tabla 7.1 la relación entre éstas y los objetivos de la tesis. Recordando estos objetivos (ap. 1.6) y considerando con detenimiento las conclusiones que siguen, no es difícil de comprender las conexiones establecidas en la tabla y, por ello, no merecen más comentario.

Objetivos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Conclusiones	1	2	3/4	3	5/6	4/7	7/8	9	10/11	12

Tabla 7.1. Adscripción de las conclusiones a los objetivos de la tesis

Parte de las conclusiones han sido ya señaladas como conclusiones parciales en varios de los capítulos anteriores. Como ya se ha indicado, cada una se deriva de los resultados obtenidos en las acciones de investigación marcadas con el mismo número (ap. 7.2). Mientras no se advierta lo contrario, las conclusiones que siguen se hacen con referencia al periodo considerado, esto es, siglo XIX y comienzos del XX.

Conclusiones generales de la tesis:

- * **1.** Estudiando los programas de manuales de mediados del XVIII y principios del XIX se ha corroborado la irrupción de la física experimental, que viene marcada por el paso de una ontología en torno al “cuerpo natural” a una fenomenología en condiciones no naturales, que da entonces protagonismo a los instrumentos.
- * **2.** La física experimental recibe en España un impulso decisivo con el Plan Pidal. Estudiando los contenidos de los manuales de física franceses de la época, hemos comprobado que el Programa Oficial del Plan Pidal (1846) está inspirado en éstos. No hemos encontrado, en cambio, la misma correspondencia con los instrumentos.
- * **3.** La inexistencia de fabricantes nacionales de instrumentos y la escasez de manuales adaptados a los nuevos programas en el arranque del Plan Pidal provoca una dependencia casi absoluta de manuales franceses (traducidos) y de instrumentos de

fabricantes franceses. La dependencia va aminorando a lo largo del siglo en lo tocante a manuales. Los fabricantes nacionales, en cambio, no aparecerán hasta el siglo XX.

* **4.** La unicidad de los instrumentos mostrada en la lista del Ministerio (1846) que sirve de guía a los centros escolares, sugiere que la enseñanza experimental estaría reducida, durante todo el siglo XIX y buena parte del XX, a experiencias de cátedra por parte del profesor.

* **5.** En la exposición de los instrumentos que hacen los manuales se han detectado varios elementos que no suelen faltar en el discurso: fundamento, finalidad, descripción y funcionamiento, poniéndose también de manifiesto que se insiste en unos más que en otros según el tipo de instrumento.

* **6.** Acerca de las ilustraciones de instrumentos que aparecen en manuales, los resultados muestran un alza de aquellas de tendencia realista sobre las de tendencia simbólica, que llega a un máximo hacia finales de siglo, para proseguir a continuación un lento descenso.

* **7.** Los resultados del estudio del carácter experimental de manuales, siguiendo la fórmula propuesta, indican que la experimentalidad es más pronunciada en manuales de secundaria. Pero éstos y los universitarios siguen la misma tendencia: un aumento de dicha orientación que llega a su máximo hacia los años 70-80 y continúa con un descenso que prosigue en el siglo XX.

* **8.** Se ha comprobado que los resultados del índice de experimentalidad son similares si se sigue un procedimiento a microescala, en lugar de considerar la totalidad del manual. La simplicidad aportada es así muy notable.

* **9.** Se ha propuesto una clasificación de los instrumentos de gabinete constituida por diez categorías, basadas en la finalidad de utilización. Se ha probado con diversas colecciones comprobándose su idoneidad.

* **10.** Los resultados obtenidos al aplicar la clasificación propuesta a diversas colecciones indican que las de los centros escolares muestran una distribución en categorías similar. Este patrón es, a su vez, muy semejante al del conjunto de los instrumentos en cada manual. En cambio, las colecciones de instrumentos de los centros de investigación siguen un patrón muy diferente.

* **11.** Al ampliar el periodo de estudio de los instrumentos escolares hasta nuestros días, nos encontramos con un cambio profundo de concepción en cuanto al material de prácticas, que pasa de ser individual a modular. Este cambio produce un nuevo perfil de la distribución por categorías del material de los laboratorios escolares.

* **12.** Una vez inventariado y categorizado el material instrumental de época que se conserva en el I.E.S. “P. Suárez” de Granada, se ha comprobado que la colección responde a la misma tipología que la mostrada por las de otros centros escolares.

7.5. PERSPECTIVAS ABIERTAS

La investigación realizada en esta tesis, aunque centrada en los instrumentos de física antiguos en el ámbito escolar, ha abarcado dominios muy diversos como su ubicación en gabinetes, su presencia en manuales, su construcción por fabricantes, su adscripción a una determinada orientación de la física, su papel en la enseñanza, su desarrollo histórico, etc. Todos estos puntos, escasa o nualmente tratados en la bibliografía actual, han sido estudiados en nuestra investigación.

Así pues, podríamos decir que nuestra tarea principal ha sido dibujar el campo en amplitud. Ahora podría venir la de avanzar en alguno de los dominios estudiados.

Al elegir como primera opción de nuestro trabajo el trazar una panorámica general en torno a la temática citada, hemos frenado a veces la posibilidad de introducirnos más a fondo en determinados campos. Consecuentemente, en ocasiones a donde hemos llegado es a registrar tendencias de acontecimientos, cuando actuando más detenidamente en el mismo dominio y con la misma estrategia, hubiera asegurado más fuertemente estas tendencias.

Así pues, el presente trabajo de investigación es muy rico por las numerosas y diferentes perspectivas abiertas. Ya de por sí creemos de interés profundizar en cualquiera de los dominios tratados. En tal caso, hemos facilitado esta posible tarea suministrando, como mínimo, el marco general de la misma.

Por otra parte, podría contemplarse una ampliación del ámbito temporal de la investigación. Los límites que nos hemos impuesto en esta tesis son los racionalmente exigibles en un trabajo de este tipo. Son límites más que holgados, habida cuenta que el estudio abarca todo el siglo XIX y comienzos del XX. Se abre entonces la perspectiva de continuar estos estudios hasta nuestros días, o al menos completar el siglo XX. Con ello se conseguiría una completa panorámica histórica de la evolución de acontecimientos y tendencias, que ayudaría mejor a entender aspectos educativos del presente e incluso marcar tendencias futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. (2008). Historia de un olvido: Patrimonio en los centros escolares. *Participación Educativa*, 7.
- Balpe, C. (2002). Les incertitudes des débuts de la physique scolaire. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 96, 963-975.
- Bernal Martínez, J. M. y López Martínez, J. D. (2009). *El patrimonio científico de los I.E.S. en la Ciencias para el Mundo Contemporáneo*. Madrid, UNED.
- Bernal, J.D. (1979). *Historia social de la ciencia (I y II)*, 5ªed. Barcelona, Península.
- Berni y Catalá, J.B. (1736). *Filosofía racional, natural, metafísica i moral*. Valencia, Imp. A. Bordazar.
- Bertomeu, J. R. y García Belmar, A. (Eds.) (2002). *Abriendo las cajas negras*. Valencia, Universidad de Valencia.
- Beudant, F. S. (1841). *Tratado elemental de física*, 3ª ed. (trad. Nicolás Arias). Madrid, Imp. de Arias.
- Brenni, P. (1994). 19th Century French Scientific Instrument Makers, III: Lerebours et Secretan. *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 40, 3-6.
- Brenni, P. (1995). 19th Century French Scientific Instrument Makers, IX: Louis Joseph Deleuil (1795-1862) and his son Jean Adrien Deleuil. *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 47, 4-7.
- Buchwald, J.Z. y Cohen, I.B. (Eds.) (2001). *Isaac Newton's Natural Philosophy*. Cambridge, The MIT Press.
- Buchwald, J.Z. y Hong, S. (2003). Physics. En D. Cahan (Ed.), *From Natural Philosophy to the Sciences*, pp. 163-195. Chicago, University of Chicago Press.
- Bunge, M. (1973). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires, Siglo Veinte.
- Caamaño, A. (Coord.) (2000). Museos de ciencia. *Alambique*, 26, 5-71.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M.P. Jiménez Aleixandre (Coord.) *Enseñar Ciencias*, pp. 95-118. Barcelona, Graó.
- Caamaño, A. (Coord.) (2004). Trabajos prácticos de física y química. *Alambique*, 39.
- Canes Garrido, F. (2001). El debate sobre los libros de texto de Secundaria en España (1875-1931). *Revista Complutense de Educación*, 12 (1), 357-395.
- Capitán Díaz, A. (2002). *Breve historia de la educación en España*. Madrid, Alianza Editorial.

- Castellón Serrano, L. (2009). *Historia y actualidad de un museo científico (1845-2009)*. Granada, Instituto Padre Suárez.
- Castellón Serrano, L. y Sánchez Prieto, J. (2008). IES Padre Suárez. Granada. *Participación Educativa*, 7, 85-91.
- Chevallard, Y. (1992). *La transposition didactique*. Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Choppin, A. (2000). Los manuales escolares de ayer a hoy: el ejemplo de Francia. *Historia de la Educación*, 19, 13-37.
- Cohen, I.B. (1989). *Revolución en la ciencia*. Barcelona, Gedisa.
- Cultura (Eimler-Basanta-Haase, S.L.) (1927). *Catálogo*. Madrid.
- Dalmau Montero, J. (Constructores) (1901). *Catálogo general de aparatos e instrumentos científicos aplicados a la enseñanza, a la industria, al comercio y a las artes*. Barcelona.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En F.J. Perales y P. Cañal (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 289-306. Alcoy, Marfil.
- Derry, T.K. y Williams, T.I. (1987). *Historia de la Tecnología, 9ª ed.* Madrid, Siglo XXI.
- Despretz, C. (1839). *Física experimental (I y II)*. Madrid, Lib. Vda. de Callejas
- [E.] Leybold's Nachfolger (ca.1905). *Catalogue of physical apparatus*. Colonia.
- Einstein, A. e Infeld, L. (1965). *La física, aventura del pensamiento, 7ª ed.* Buenos Aires, Losada.
- ENOSA (1963a): *Manual de experiencias de Mecánica, Equipo modelo EB. 61-08*. 3ª ed. Madrid.
- ENOSA (1963b): *Manual de experiencias de Óptica, Equipo modelo EN. 0107*. 3ª ed. Madrid.
- ENOSA (1964): *Manual de experiencias de Electricidad, Equipo modelo EB. 62-03*. 3ª ed. Madrid.
- Escriche y Mieg, T. (1883). *Catálogo explicado e ilustrado de los instrumentos de física y de cosmografía inventados por D. C. Tomás Escriche y Mieg*. Guadalajara, Imp. Provincial.
- Escriche y Mieg, T. y Muñoz del Castillo, J. (1869). Manómetro de peso. *Anales de Química y Farmacia, Física e Historia Natural*, 49, 140-144 y 220-223.
- Estalella Graells, J (1936). *Prácticas de física*, 3ª ed. Barcelona. Gustavo Gili.

- Estalella Graells, J. (1925). La simplificación del material escolar de Física y Química. *Revista de Segunda enseñanza*, 21, 563-588. Reproducido en *Enseñanza Media*, 80-83, 635-660, 1961.
- Esteva Marata, J. (1914). *Catálogo general de material instructivo de enseñanza del país y extranjero propio para toda clase de escuelas, institutos y universidades*. Barcelona.
- [F. E.] Becker & Co. (1931). *Physical and general laboratory equipment*, 25th ed. Londres.
- Feliú y Pérez, B. (1874). *Curso elemental de Física experimental y aplicada y nociones de Química inorgánica*, 2^a ed. Valencia, Imp. de José Rius.
- Fernández Fígares, M. (1866). *Manual de Física y Nociones de Química*, 2^a ed. Granada, Imp. José María Zamora.
- Fernández González, Manuel (2005). Contenidos procedimentales en los textos de física del siglo XIX. *Enseñanza de las Ciencias*, n^o extra, 1-4.
- Fernández-González, M. (2004). CTS en la enseñanza del s. XIX. En Díaz, P. y otros (Coord.) *La didáctica de las ciencias experimentales ante las reformas educativas y la convergencia europea*, 375-379. Universidad del País Vasco.
- Foster, G.C. & Porter, A.W. (1903). *Elementary Treatise on Electricity and Magnetism. Founded on Joubert's "Traité Élémentaire d'Electricité"*. London & New York, Longmans, Green & Co.
- Gago, R. y Giménez Yanguas, M. (Eds.) (2007). *Patrimonio Científico y Técnico de la Universidad de Granada*. Universidad de Granada.
- Gallego Morel, A. (1974). *Ángel Ganivet, el excéntrico del 98*. Madrid, Guadarrama.
- Gamow, G. (1968). *Trente années qui ébranlèrent la physique*. Paris, Dunod.
- Ganot, A. (1854). *Traité Élémentaire de Physique expérimentale et appliquée et de Météorologie*, 3^a ed. París, Chez l'Auteur, Éditeur.
- Ganot, A. (1859). *Traité Élémentaire de Physique expérimentale et appliquée et de Météorologie*. 8^a ed. París, Chez l'Auteur, Éditeur.
- Ganot, A. (1862). *Tratado elemental de Física experimental y aplicada y de Meteorología* (trad. J. Monlau), 3^a ed. Madrid, Bailly-Bailliere.
- Ganot, A. (1868). *Tratado elemental de Física experimental y aplicada y de Meteorología* (trad. J. Monlau), 4^a ed. Madrid, Bailly-Bailliere.
- Gil de Zárate, A. (1855). *De la Instrucción Pública en España (I-III)*. Madrid, Imp. del Colegio de Sordomudos. [Edición facsímil en Pentalfa Ediciones. Oviedo, 1995].

- Gobierno de España (1849). Aprobando las listas de obras de texto presentadas por el Consejo de Instrucción Pública. *Colección legislativa de España*, 3^{er} trimestre 1846, tomo XXXVIII, 247-256. Madrid, Imp. Nacional.
- Gobierno de España (1849). Circular, previniendo que los institutos se provean de los instrumentos necesarios para la explicación de las ciencias físicas y naturales. *Colección legislativa de España*, 3^{er} trimestre 1846, tomo XXXVIII, 354-365. Madrid, Imp. Nacional.
- González de la Lastra, I. (2008). Las colecciones de instrumentos científicos en instituciones no museísticas. *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica. Nova època / volum 1 (1)*, 75-79.
- González Valledor, V. y Chavarri, J. (1848). *Programa de un curso elemental de Física y nociones de Química para el uso de los alumnos de quinto año de Filosofía*. Madrid. Imp. de J. García.
- Guijarro Mora, V. (2002). *Los instrumentos de la Ciencia Ilustrada, Física Experimental en los Reales Estudios de San Isidro de Madrid (1770-1835)*. Madrid, UNED.
- Heering, P. (2005). Analysing unsuccessful experiments and instruments with the replication method. En V. Guijarro y M. Sellés (Eds.) *La Ciencia y sus Instrumentos. Endoxa*, 19, 315-342.
- Hidalgo, D. (1861). *Boletín bibliográfico español*, tomo II. Madrid, Imp. Escuelas Pías.
- Hidalgo, D. (1864). *Boletín bibliográfico español*, tomo V. Madrid, Imp. Escuelas Pías.
- Ho-Tecke, D. (2000). How and What Can We Learn from Replicating Historical Experiments? A Case Study. *Science & Education* 9(4), 343-362.
- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1861, 1862a, 1863, 1865, 1870, 1872, 1878, 1880-1882, 1883a, 1885a, 1886-1915). *Memoria acerca del estado del Instituto de segunda enseñanza de la provincia de Granada*. Granada, Imps. Ventura y Sabatel e Indalecio Ventura.
- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1862b). *1861 Física*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez, Granada.
- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1866). *Lista de objetos cuya adquisición sería conveniente para el gabinete de Física de este Instituto*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez, Granada.
- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1869). *Intervención (1869-1871)*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez, Granada.
- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1874). *Libro de actas de Juntas de Sres. Profesores (1874)*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez, Granada.
- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1883b). *Lista de objetos para el Gabinete de Física de este Instituto*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P.

Suárez, Granada.

- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1885b). *Catálogos de Física y Química*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez, Granada.
- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1928). *Instituto Nacional de Enseñanza Media Padre Suárez de Granada. Inventario del Gabinete de Física*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez, Granada.
- Instituto (de Segunda Enseñanza) de Granada (1981). *Inventario del material de la Cátedra de Física y Química del Instituto Nacional de Bachillerato "Padre Suárez" de Granada*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez, Granada.
- Instituto "L. Torres Quevedo" de instrumental científico (ca. 1960). [Manual Torres Quevedo de Experiencias de Física]. Ifa.
- Ionescu, A. (1963). Primera exposición internacional de material de Física para la Enseñanza Media. *Enseñanza Media*, 123, 404-416.
- Jiménez Valladares, J. y Perales Palacios, F. J. (2002). La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2).
- Jiménez Valladares, J. y Perales Palacios, F. J. (2004). Ilustraciones que representan fuerzas: un análisis en libros de texto de ESO. *Alambique*, 42, 91-102.
- Jiménez, J. y Perales, F. (2001). La representación gráfica de la magnitud fuerza. Apuntes históricos. *Alambique*, 28, 85-94.
- Jiménez, J. de D., Hoces Prieto, R. y Perales, F.J. (1997). Análisis de los modelos y los grafismos utilizados en los libros de texto. *Alambique* 11, 75-85.
- Junta de Andalucía (2002). Decreto 208/2002 por el que se establecen las enseñanzas correspondientes al Bachillerato en Andalucía. *BOJA* de 20-08-2002, 16329-16432.
- Koyré, A. (1966). *Études Galiléennes*. Paris, Hermann.
- Kuhn, T.S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México, Fondo de Cultura Económica.
- [L. E.] Knott Apparatus Company (1912). *A Catalogue of Physical Instruments*. Boston
- Lerebours et Secretan (1853). *Catalogue et Prix des Instruments d'Optique, de Physique, de Chimie, de Mathématiques, d'Astronomie et de Marine*. París.
- [Les Fils d'Émile] Deyrolle (1907). *Catalogue méthodique. Physique: instruments de précision, matériel de laboratoire. Cabinets de Physique et de Chimie*. París.
- Libes, A. (1821). *Tratado de física completo y elemental (I-III)*, 2ª ed (trad. P. Vieta). Barcelona, Imp. A. Brusi.
- Locqueneux, R. (1996). *Prehistoire et Histoire de la Thermodynamique classique*. Paris, Blanchard.

- López Díaz, T. (2005). *Patrimonio científico de la Universidad de Sevilla*. Universidad de Sevilla.
- López García, J. M. (1994). *El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo* (Tesis doctoral). Universidad Complutense. Madrid.
- López Martínez, J. D. (1997). El Instituto-Escuela de Madrid y el cambio en la concepción del trabajo práctico en la enseñanza de la Física y Química. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, V Congreso.
- López Martínez, J. D. (1999). *La enseñanza de la Física y Química en la educación secundaria en el primer tercio del siglo XX en España* (Tesis doctoral). Universidad de Murcia.
- López Martínez, J. D. y Bernal Martínez, J. (2005). Innovaciones didácticas en los libros de texto de Física y Química para la Educación Secundaria en España durante el primer tercio del siglo XX. En J.L.Guereña y otros (Dir.) *Manuales escolares en España, Portugal y América latina (siglos XIX y XX)*. Madrid, UNED.
- López Rodríguez, M. A. (1979). *La Escuela Normal de Granada 1846-1970*. Universidad de Granada.
- Lozano y Ponce de León, E (1911). *Elementos de física*, 10ª ed. Madrid, Imp. J. Ratés.
- Marín López, R. (1990). *El Instituto "Padre Suárez" de Granada: Algunos datos para su historia*. Hespérides, Asociación de Profesores de Geografía e Historia de Andalucía. Actas del IX Congreso de profesores investigadores, pp. 479-488. El Ejido (Almería).
- Márquez y Chaparro, B. (1892). *Resumen de un curso de elementos de física experimental*, 2ª ed. Barcelona, Tipo-litografía de Espasa y Cª.
- Martínez Aguirre, R. (1951). *Informe resumen que presenta el catedrático de física y química del Instituto Nacional de enseñanza media "Padre Suárez" de Granada sobre la situación actual y necesidades de la cátedra de física y química de dicho centro*. Archivo del Museo de Ciencias del I.E.S. P. Suárez, Granada.
- Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science*. New York, Routledge.
- Matthews, M.R. (2000). *Time for Science Education*. Dordrecht, Kluwer Academic.
- Max Kohl, A.G. (ca.1910). *Physical Apparatus, Price List 50, Vols. II and III*. Chemnitz.
- Méndez Vellido, M. (1911). Bachilleres en Agraz. *La Alhambra, Revista quincenal de Artes y Letras*, 323, 472-475.
- Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas (1848). R. D. de 19 de agosto de 1847: Aprobando el reglamento para la ejecución del Plan de Estudios decretado por S. M. en 8 de julio último. *Boletín Oficial del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas*, tomo I, 134-185. Madrid, Imp. de la Publicidad.

- Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas (1848). R. O. de 2 de marzo de 1847: Mandando que se publique en la Gaceta el parte (que a continuación se inserta) dado por el Director de Instrucción Pública de las compras de efectos para uso de las Universidades que se verificó en París, cuando en virtud de real orden pasó a dicha capital a fines del año próximo pasado. *Boletín Oficial del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas*, tomo I, 25-28. Madrid, Imp. de la Publicidad.

- Ministerio de Fomento (1859). Reglamento para la Administración y Régimen de la Instrucción Pública, 22-05-1859, art. 96.

- Ministerio de Gobernación (1846). Resolución de 1-VIII-1846, publicando los Programas para las asignaturas de filosofía publicadas por la Dirección General de Instrucción Pública, con arreglo a lo dispuesto en la Real Orden de 24 de julio de 1846. *Boletín Oficial de Instrucción Pública*, 6, nº 16, 104-112. Madrid, Imp. Nacional.

- Mir Peña, J. (1925). *Física Razonada*. Granada, Imp. Editorial Urania.

- Mir Peña, J. (1934). *Física Razonada*, 4ª ed. Granada, Imp. Editorial Urania.

- Moles, A. (1992). Pensar en línea, pensar en superficie. En J. Costa y A. Moles (Dir.) *Imagen Didáctica. Enciclopedia del Diseño*. Barcelona, CEAC.

- Moreno González, A. (1988). *Una ciencia en cuarentena*. Madrid, C.S.I.C.

- Moreno González, A. (2000). La física en los manuales escolares: un medio resistente a la renovación (1845-1900). *Historia de la Educación*, 19, 51-93.

- Moreno González, A. (2006). Atomismo versus Energetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 411-428.

- Morón y Liminiana, L. (1865). *Programa de las lecciones de Física y nociones de Química*. Granada, Imp. Ventura y Sabatel.

- Morón y Liminiana, L. (1868). *El estudiante de Física y nociones de Química. Contestación a las preguntas que contiene el Programa publicado en 1865 por el mismo Autor*. Granada, Imp. Ventura y Sabatel.

- Negretti & Zambra (1864). *A treatise on meteorological instruments: explanatory of their scientific principles, method of construction, and practical utility*. London.

- Negretti & Zambra (ca. 1887). *Encyclopedic illustrated and descriptive reference catalogue of optical, mathematical, physical, photographic, and standard meteorological instruments*. Londres, Mayman Brothers & Lilly.

- Nollet J. A. (1738). *Programme ou Idée Générale d'un Cours de Physique Expérimentale avec un catalogue raisonné des instruments qui servent aux expériences*. París.

- Nollet, J. A. (1745). *Leçons de physique expérimentale*. París, Chez les frères Guérin.
- Nollet, J. A. (1757). *Lecciones de physica experimental (I-VI)* (trad. A. Zacagnini). Madrid, Oficina de J. Ibarra.
- Nollet, J. A. (1770). *L'art des expériences, ou, Avis aux amateurs de la physique*. París, Chez P.E.G. Durand.
- Núñez Ruiz, D. (1975). *La mentalidad positiva en España: desarrollo y crisis*. Madrid, Tucarc Ediciones.
- Ollero Tassara, A. (1966). Juan Manuel Ortí Lara, filósofo y periodista. *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses*, 49, 9-47.
- Papp, D. (1961). *Historia de la física*. Madrid, Espasa-Calpe.
- Perales Palacios, F.J. y Cañal de León, P. (Dirs.) (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy, Marfil.
- Perales Palacios, F.J. y Jiménez Valladares, J.de D. (2004). Las ilustraciones en los libros de física y química de la E.S.O. En J. Gil (Coord.), *Educación abierta. Aspectos didácticos de física y química*, pp. 11-65. Zaragoza, ICE de la Universidad de Zaragoza.
- Perales, F. J. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Perales, F.J., Vilchez, J.M. y Sierra, J.L. (2004). Imagen y educación científica. *Cultura y Educación*, 16(3), 289-304.
- Pérez-Dionis, D. (Ed.) (2009). *El patrimonio educativo de los Institutos Históricos. II Jornadas nacionales*. San Cristóbal de la Laguna, Viceconsejería de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.
- Peset, J.L. y Lafuente, A. (1988). Las actividades e instituciones científicas en la España ilustrada. En J.L. Peset y A. Lafuente (Comp.), *Carlos III y la ciencia de la ilustración*, pp. 29-79. Madrid, Alianza Universidad.
- Piquer, A. (1745). *Física moderna, racional y experimental*, Valencia, Imp. Pasqual García.
- Porta, E., Montserrat, R. M. y Morral, E. (1982). *Sistema de Documentación para Museos*. Barcelona, Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya.
- Pouillet, C. (1841). *Elementos de física esperimental y de meteorología (I-II)* (trad. P. Vieta). Barcelona, Imp. Brusi.
- Puelles Benítez, M. (2007). La política escolar del libro de texto en la España contemporánea. *Avances en supervisión educativa, Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 6.

- Puellas Benítez, M. (2008). Las grandes leyes educativas de los últimos doscientos años. *Participación Educativa*, 7, 9-17.
- Puig-Pla, C. (2000). Desarrollo y difusión de la construcción de máquinas e instrumentos científicos: el caso de Barcelona: siglos XVIII-XIX. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, 69 (8).
- Roc Adam, M. A. y Miralles Conesa, L. (1996). La Física y Química en la enseñanza secundaria durante la segunda mitad del siglo XIX. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 10, 35-63.
- Rubio y Diaz, V. (1886). *Elementos de física experimental*, 2ª ed. Cádiz, Imp. F. Joly.
- Ruiz Berrio, J. (2008). El Plan Pidal de 1845: Los institutos públicos, dinamizadores de las capitales de provincia. *Participación Educativa*, 7, 31-41.
- Ruiz Castell, P., Simón Castell, J., Bertomeu Sánchez, J. R. (2002). *Los fabricantes de instrumentos de la Universitat de València*. En Bertomeu, J. R. y García Belmar, A. (Eds.) (2002). *Abriendo las cajas negras*. Valencia, Universidad de Valencia. 367-380.
- Sambursky, S. (1990). *El mundo físico de los griegos*. Madrid, Alianza Universidad.
- Sánchez Ron, J. M. (1992). Las ciencias físico matemáticas en la España del siglo XIX. *Ayer*, 7, 51-84.
- Sánchez Ron, J. M. (1999). *Cinzel, martillo y piedra. Historia de la ciencia en España (siglos XIX y XX)*. Madrid. Taurus.
- Sánchez Tallón, J. (2008). *El patrimonio científico de los centros educativos. El gabinete de física de la Escuela Normal de Maestros de Granada*. Actas del Congreso Internacional de Patrimonio y Expresión Gráfica, pp. 862-879. Universidad de Granada.
- Sánchez y Lozano, E. (1904). *Catálogo descriptivo Ilustrado de la Casa Recarte Hijo*. Madrid, Imp. San Francisco de Sales.
- [Sánchez, J. y García, R.] (2007). *Inventario de Instrumentos Científicos y Técnicos del Patrimonio de la Universidad de Granada*. Universidad de Granada.
- Saurí, M. y Matas, J. (1849). *Manual histórico-topográfico estadístico y administrativo o sea guía general de Barcelona, dedicado a la Junta de Fábricas de Cataluña*. Barcelona, Imp. M. Saurí.
- Sebastián, A. (Ed.) (2000). *Instrumentos científicos para la enseñanza de la física*. Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Sellés, M. A. (2001). Ciencia y enseñanza en la España del mil setecientos. *Éndoxa. Series filosóficas*, 14, 83-110.

- Sendra Mocholí, C., Catalá Gorgues, J., García Belmar, A., Bertomeu Sánchez, J. R. (2001) Los instrumentos científicos de la Universidad de Valencia: primeros resultados de un catálogo de la cultura material de la ciencia. *Cronos*, 4, 29-61.
- Sequeiros, L. (2007). *El debate sobre el transformismo de Darwin hace 150 años y en la actualidad*. Granada, Instituto Padre Suárez.
- Simón Castel, J, García Belmar, A. y Bertomeu Sánchez, J .R. (2005). Els instruments científics dels instituts d'ensenyament mitjà: un extraordinari patrimoni cultural que hem de preservar i estudiar. *Actes de la I jornada sobre història de la ciència i l'ensenyament Antoni Quintana Marí*, pp. 109-114. Barcelona, 15-11-2003.
- Simón Castel, J. (2008). Les col·leccions de física i química dels instituts de secundària: catalogació, estudi i metodologies. *Actes d'història de la ciència i de la tècnica* (Nova época), 1 (1), 85-94.
- Solís, C. y Sellés, M. (2005). *Historia de la ciencia*. Madrid, Espasa-Calpe.
- Somoza Rodríguez, M. (2007). El “Proyecto MANES” y la investigación sobre manuales escolares. *Avances en supervisión educativa. Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 6.
- Stewart, B. & Gee, W.W.H. (1904). *Lessons in Elementary Practical Physics*. London & New York, Macmillan & Co.
- Ten, A.E. (1991). *La Física Ilustrada*. Madrid, Akal.
- Thomas Gómez, J. (2003). *Un siglo de Instrumentación Científica (1851-1950)*. Editorial Universidad de Granada.
- Thomas Gómez, J., Martínez de las Parras, P.J., Martínez Puentedura, I. y Montes Rueda, S. (2007). Museo de Instrumentación Científica. En R. Gago y M. Giménez Yanguas (Eds.), *Patrimonio Científico y Técnico de la Universidad de Granada*, pp. 57-97. Universidad de Granada.
- Tiana Ferrer, A. (2000). El proyecto MANES y la investigación histórica sobre los manuales escolares (siglos XIX y XX). *Historia de la Educación*, 19, 179-194.
- Universidad de Granada (1860-1864, 1866, 1867, 1879, 1882, 1883, 1894). *Memoria del estado de la enseñanza en la Universidad de Granada y establecimientos del distrito de la misma*. Granada, Imps. Ventura y Sabatel, J.M. Puchol e I. Ventura.
- Vaquero, J. M. (2001). *El éter en la física española del primer tercio del Siglo XX: El caso de Pedro Carrasco Garrorena (1883-1966)* (Tesis doctoral). Universidad de Extremadura.
- Vernet Ginés, J. (1975). *Historia de la Ciencia Española*. Madrid, Instituto de España, Cátedra “Alfonso X El Sabio”

- Villalaín Benito, J. L. (1997,1999, 2002). *Manuales escolares en España (I-III)*. Madrid. UNED.
- Wellington, J. (2001). School textbooks and Reading in science: looking back and looking forward. *School Science Review* 82(300), 71-81.

ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUMENTOS DE GABINETE RESEÑADOS EN LOS MANUALES

Aquí se incluyen los instrumentos reseñados en el manual que pueden encontrarse en un gabinete. En el manual unas veces vienen ilustrados por una figura (col. 2ª) y son soporte de algún experimento (col. 5ª), y otras veces no. Algunos instrumentos vienen dados entre paréntesis (p.ej. Plano inclinado, Beudant, p.17), lo que indica que, aunque pueden improvisarse con cualquier pieza, pueden también haber sido adquiridos tras ser fabricados para esa finalidad específica.

Por el contrario, se han excluido los montajes de piezas multiuso que, aunque igualmente se utilizan para experimentos, no constituyen instrumentos propios o unitarios. También algunos aparatos de investigación muy específicos (p.ej. Aparato de Coulomb para estudiar en líquidos la relación entre resistencia y velocidad, Libes, p. I-130), que tienen muy escasa probabilidad de encontrarse en gabinetes.

Se dan a continuación las tablas con las listas de instrumentos presentes en los libros clave. Las columnas que aparecen se especifican seguidamente.

- “Instrumento”. Se ha tratado de respetar el nombre original, a veces seguido entre corchetes del nombre más actual. Por otra parte, a efectos de recuento del número total de instrumentos, se ha colocado uno por casilla. Si aparece alguno más, es una variante del primero.

- “Situación”. El instrumento puede aparecer ubicado en más de un lugar (p.ej. Máquina de Mariotte, Libes, pp.I-124-9 y I-198). Alguno puede ir ilustrado con más de una figura.

- “Tópico”. Se han empleado denominaciones actuales.

- “Tipo” especifica la adscripción a una de las categorías (a veces dos) en que hemos clasificado los instrumentos de gabinete. Nos hemos guiado por el contexto en que aparece el instrumento dentro del manual para determinar el tipo al que pertenece. Esto quiere decir que en algunos casos el mismo instrumento puede ser clasificado en una u otra categoría, dependiendo del tratamiento que se le dé en un texto u otro.

- “Exper.” señala si el instrumento protagoniza o no algún experimento en el manual.

- “Págs. totales” se refiere al número de páginas que ocupa el instrumento (su núcleo fundamental) en el manual, incluidos los experimentos que le siguen y otros en que interviene, dispersos más adelante (p.ej. Máquina eléctrica, Beudant, p.377 y ss.).

Los nombres de los instrumentos se han simplificado para hacer más ágil el manejo de las tablas. Cuando un aparato lleva un nombre como por ejemplo: *Elasticidad por torsión en hilos*, hay que entender que se trata de un nombre abreviado que corresponde a un nombre descriptivo tal como: *Aparato para el estudio de la elasticidad por torsión en hilos metálicos*.

1.1. LIBES (1821)

Nº de págs. (sin química): P_L=574 // Nº de instrumentos (sin química): I=73 (de los cuales 39 con fig.)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER.	PAGS. totales
Máquina de Atwood	p.I-17 fig.2	Movimiento	Estudio y demostración	>1	1
Máquina de Mariotte	pp.I-25 y ss. fig.3	Choque	Estudio y demostración	>1	4/3
Doble cono	p.I-56 sin fig.	Gravedad (cdg)	Demostración/ Recreativo	0	1/3
(Palanca)	pp.I-60-1 sin fig.	Máquinas	Demostración	0	1
Balanza	pp.I-64-6 sin fig.	Máquinas	Medida (peso)	0	1½
Romana	p.I-66 sin fig.	Máquinas	Medida (peso)	0	2/3
Polea fija	pp.I-66-7 sin fig.	Máquinas	Demostración/ Modelo tecnológico	0	1/2
Polea móvil	pp.I-67-8 figs.19-21	Máquinas	Demostración/ Modelo tecnológico	0	3/4
Torno / cabria / cablestante	pp.I-68-70 fig.22	Máquinas	Modelo tecnológico/ Demostración	0	3/4
Ruedas dentadas	p.I-70 fig.24	Máquinas	Demostración/ Modelo tecnológico	0	1/3
(Plano inclinado)	p.I-71 fig.25	Máquinas	Estudio y demostración	0	1
(Cuña / Cuña doble)	pp.I-72-3 figs.26-28	Máquinas	Demostración	0	2
Tornillo	p.I-74-5 fig.29	Máquinas	Demostración/ Modelo tecnológico	0	1
Polipastos (varios tipos)	pp.I-76-8 figs.31-33	Máquinas	Modelo tecnológico/ Demostración	>1	1¾
Tornillo sinfn	p.I-78 fig.34	Máquinas	Modelo tecnológico/ Demostración	0	1/3
Reloj	p.I-82 sin fig.	Movimiento	Medida (tiempo)	0	(líneas)
Rigidez de cuerdas (sin nombre)	p.I-89 fig.35	Máquinas	Medida (rigidez)	inv.	3

Aparato de Pascal	p.I-97-8 fig.41	Hidrostática	Demostración	1	1/4
Vasos comunicantes	p.I-100 fig.42	Hidrostática	Demostración	1	1/2
Balanza hidrostática	p.I-103-5 fig.43	Hidrostática	Medida (grav.esp.)/ Estudio y demostr.	>1	4
Cilindro de Nicholson	p.I-109 fig.44	Líquidos	Medida (grav.esp.)	0	1/2
Areómetro	p.I-111 fig.45	Líquidos	Medida (grav.esp.)	0	1/2
Areómetro de Fahrenheit	pp.I-111-2 fig.46	Líquidos	Medida (grav.esp.)	0	1/2
Péndulo simple / P.compuesto	pp.I-197 y ss. fig.73	Gravedad	Estudio y demostr. / Medida (tiempo)	0	2
Péndulo de compensación	p.I-199 fig.75	Calor	Demostración	0	1/2
Termómetro (alcohol/Hg)	pp.II-20-3 sin fig.	Calor	Medida (temperatura)	>1	3/4
Termoscopio de Rumford	pp.II-23-5 sin fig.	Calor	Medida (temperatura)	0	2
Pirómetro / Piróm. de Wedgood	pp.II-25-7 sin fig.	Calor	Medida (temperatura)	0	2
Calorímetro de Lavoisier-Laplace	p.II-30-1 sin fig.	Calor	Medida (calor)	0	3/4
Cubeta neumato- química	pp.II-45-6 sin fig.	Gases	Auxiliar	0	3/4
Máquina neumática	pp.II-59-61 sin fig.	Gases	Productor de agentes físicos	>1	4
Barómetro de mercurio	pp.II-61-6 sin fig.	Gases (P.atm)	Medida (presión)	0	5
Manómetro	p.II-63 sin fig.	Gases	Medida (presión)	0	1/4
Bomba de atracción [Bomba aspirante]	pp.II-66-7 fig.91	Gases (P.atm)	Modelo tecnológico	0	1
Bomba de compresión [Bomba impelente]	pp.II-67-8 figs.92-93	Líquidos	Modelo tecnológico	0	1/3
Bomba mixta [B.aspir.-impelente]	pp.II-68-9 fig.94	Gases (P.atm)	Modelo tecnológico	0	1

(Sifón)	p.II-70 fig.95	Hidrostática	Demostración	0	2/3
Fuente de compresión	pp.II-77 figs.99-100	Gases	Demostración/ Recreativo	0	3/4
Fuente de Herón	pp.II-77-78 fig.101	Gases	Demostración/ Recreativo	0	1/2
Hornillo	p.II-94 fig.104 (parte)	Calor	Auxiliar	0	1/4
Higrómetro de Saussure	pp.II-114-6 sin fig.	Atmósfera	Medida (humedad relativa)	0	1½
Bomba de vapor [Máquina de vapor]	pp.II-121-2 sin fig.	Calor	Modelo tecnológico	0	1¾
Eolipila	p.II-123 sin fig.	Calor	Demostración	0	1/4
Espejos	pp.III-25-34 figs.116-126	Óptica	Estudio y demostración	>1	1
Lentes	pp.III-48-50 y 54-5 sin figs.	Óptica	Estudio y demostración	1	1/2
Telescopio de Galileo / Anteojos de teatro	pp.III-56-58 fig.136	Óptica	Uso no científico/ Demostración	0	1½
Telescopio astronómico	pp.III-58-59 fig.137	Óptica	Demostración	0	1¼
Telescopio terrestre	pp.III-59-60 fig.138	Óptica	Uso no científico/ Demostración	0	3/4
Telescopio de Newton	p.III-63 fig.140	Óptica	Demostración	0	1
Telescopio gregoriano	pp.III-64 fig.141	Óptica	Demostración	0	3/4
Telescopio de Lemaire / Telescopio de Herschell	pp.III-65 sin figs.	Óptica	Demostración	0	1/4
Microscopio simple	pp.III-65-6 fig.142	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Microscopio compuesto	pp.III-66 fig.143	Óptica	Estudio y demostr. / Investigación	0	1/2
Microscopio solar	pp.III-66-7 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/2
Linterna mágica / Fantasmagoría	pp.III-67-9 sin figs.	Óptica	Recreativo	0	1½

Poleoscopio	pp.III-69 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/4
Cámara lúcida	p.III-69 fig.1 (supl.)	Óptica	Uso no científico	0	1/2
Prisma	pp.III-70-2 fig.144	Óptica	Estudio y demostración	>1	2½
Péndulo eléctrico	pp.III-94 sin fig.	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/2
Máquina eléctrica	pp.III-96-7 sin fig.	Electrostática	Productor de agentes físicos	>1	4
Electróforo	pp.III-97 sin fig.	Electrostática	Demostración	0	1/4
Condensador	pp.III-97-8 sin fig.	Electrostática	Estudio y demostración	0	1
Botella de Leyden (+excitador)	pp.III-98-99 sin fig.	Electrostática	Estudio y demostr. / Productor de agentes físicos	>1	4¾
Batería	pp.III-99 sin fig.	Electrostática	Productor de agentes físicos	>1	3/4
Electrómetro de Henley /E. de Lane / E. de Cavallo	pp.III-99 sin figs.	Electrostática	Medida (tipo de carga y cantidad)	0	1/2
Electrómetro de Bennet / E. de Volta	pp.III-99 y ss. fig.147	Electrostática	Medida (tipo de carga y cantidad)	>1	3
Electrómetro de Coulomb	pp.III-100 y ss. sin fig.	Electrostática	Medida (tipo de carga y cantidad)	>1	1¼
Balanza eléctrica de Coulomb	pp.III-101-3 fig.148	Electrostática	Investigación	Memoria de inv.	1½
Pararrayos	pp.III-106-7 sin fig.	Electrostática	Uso no científico	>1	1¾
Cuadro mágico	pp.III-109 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	1/4
Pila de Volta (distintas formas)	pp.III-155-8 figs.151-153	Electrocinética	Productor de agentes físicos/ Demostración	>1	3½
Imán / Aguja magnética	pp.III-169-71 sin figs.	Magnetismo	Estudio y demostración	>1	2¼
Anemómetro	pp.III-189-90 sin fig.	Meteorología	Medida (v.del viento)	0	1/3

1.2. BEUDANT (1841)

Nº de págs. : P_L=497 // Nº de instrumentos : I=96 (de los cuales con fig.: 77)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER.	PAGS. totales
(Palanca)	p.17 fig.7	Máquinas	Demostración	0	1/2
Balanza	p.17 sin fig.	Máquinas	Medida (peso)	0	1/4
Romana	p.17 fig. 290	Máquinas	Medida (peso)	0	1/4
Torno o cabrestante	pp.17 y 437 fig. 292	Máquinas	Modelo tecnológico/ Demostración	0	(líneas) + ½ ,Adic.
(Plano inclinado)	pp.17,45-47, 437 figs.17 y 293	Máquinas / Movimiento	Estudio y demostración	0	1 + ½,Adic.
Tubo de vacío de Newton	pp.30-1 fig.11	Gravedad	Demostración	1	1/2
Máquina de Atwood	pp.42-4 fig.16	Movimiento	Estudio y demostración	>1	2
Reloj	p.44 sin fig.	Movimiento	Medida (tiempo)	0	(líneas)
Cilindro con plomo (paradoja dinámica)	p.47 fig.18	Gravedad (cdg)	Demostración/ Recreativo	0	1/2
Doble cono (paradoja dinámica)	p.47-8 figs.19-20	Gravedad (cdg)	Demostración/ Recreativo	0	1/4
Péndulo simple / Péndulo compuesto	pp.48-53 fig.22	Gravedad	Estudio y demostr. / Medida (gravedad, tiempo)	1	3
Máquina de Mariotte [según Libes]	pp.124-9 y 198 fig.64	Choque	Estudio y demostración	>1	2¼
Bolas en contacto suspendidas	pp.133-4 fig.74	Choque	Demostración	1	1/2
Sonómetro	p.143 fig.77	Sonido	Estudio y demostración	0	1/4
Diapasón	p.146 sin fig.	Sonido	Demostración	0	1/4
Bomba impelente	pp.164-5 fig.103	Líquidos	Modelo tecnológico	0	1
Aparato de Oersted	pp.165-6 fig.104	Líquidos	Medida (compresibilidad)	>1	1
Balanza [hidrostática?]	pp.171 y ss. figs.106-111	Hidrostática	Medida/ Estudio y demostración	>1	1½
Prensa hidráulica	p.172 sin fig.	Hidrostática	Modelo tecnológico/ Demostración	0	1/4
Vasos comunicantes	p.174 fig.114	Hidrostática	Demostración	0	1/3

Vaso con tubo lateral	p.178 fig.118	Hidrostática	Estudio y demostración	1	1/3
Aerómetro de Fahrenheit	p.182 fig.121	Líquidos	Medida (grav.esp.)	0	1/3
Aerómetro de Baumé (o pesalicores)	p.182-3 fig.122	Líquidos	Medida (grav.esp.)	0	3/4
Gravímetro de Nicholson	p.183 fig.123	Líquidos	Medida (grav.esp.)	0	3/4
Ariete hidráulico	pp.194-5 fig.133	Hidrodinámica	Modelo tecnológico	0	1
Cuba neumatoquímica	pp.211-2 fig.138	Gases	Auxiliar	>1	1
Tubo de compresión	pp.213-4 fig.142	Gases	Demostración	>1	1
Escopeta de viento	pp.214-5 fig.143	Gases	Recreativo	0	1/2
Bomba de compresión	pp.214-5 fig.144	Gases	Productor de agentes físicos	0	(líneas)
Fuente de compresión	pp.215-6 figs.145-146	Gases	Demostración/ Recreativo	0	1/2
Fuente de Herón	p.216 figs.147-148	Gases	Demostración/ Recreativo	0	1/2
Ludión	pp.216-7 fig.149	Gases	Recreativo	0	1/3
Fuelle / Fuelle de émbolo	p.217 sin fig.	Gases	Auxiliar/ Tecnológico	0	1/2
Máquina neumática simple	pp.218-9 figs.150-152	Gases	Productor de agentes físicos	>1	1/4
Máq. neum. de dos cuerpos	pp.219-220 fig.153	Gases	Productor de agentes físicos	>1	1/4
Bomba aspirante	pp.226 y 452-5 figs.157, 303	Gases (P.atm)	Modelo tecnológico	0	1¾ + ½
Hemisferios de Magdeburgo	p.224 fig.155	Gases (P.atm)	Demostración	1	1/3
Barómetros de Hg / Baróm. de Fortin	pp.225 y 234 figs.167-170	Gases (P.atm)	Medida (presión)	0	2/4
Bomba aspirante-impelente	pp.227-8 fig.158	Gases (P.atm)	Modelo tecnológico	0	3/4
(Sifón)	pp.228-9 figs.159-160	Hidrostática	Demostración	0	2/3
Sifón intermitente	p.229 fig.161	Hidrostática	Demostración	0	1/2
Vaso de sifón o vaso de Tántalo	p.229 fig.162	Hidrostática	Recreativo	0	1/4
Embudo mágico	p.230 fig.164	Hidrostática	Recreativo	0	1/4
Fuente intermitente	pp.230-1 figs.165-166	Hidrostática	Recreativo	0	1/3

Bocina	p.251 fig.172	Sonido	Demostración	0	1/2
Trompetilla	p.251 sin fig.	Sonido	Cotidiano	0	1/4
Espejos cóncavos	pp.260-1 figs.173-174	Calor	Demostración	>1	1¼
Prisma	pp.263 y 354- 6 fig.230	Calor / Óptica	Estudio y demostración	>1	1/2 + 2
Termómetro de aire	p.277 fig.179	Calor	Medida (temperatura)	0	1/4
Termoscopio	p.227 fig.180	Calor	Medida (temperatura)	0	1/2
Termómetro sólido	pp.227-8 sin fig.	Calor	Medida (temperatura)	0	1/3
Termómetro metálico de Breguet	p.278 sin fig.	Calor	Medida (temperatura)	0	1/3
Pirómetro	pp.278-9 sin fig.	Calor	Medida (temperatura)	0	1
Péndulo de compensación	p.279 fig.181	Calor	Demostración	0	1/2
Máquina de vapor de Watt	pp.281-3 fig.182	Calor	Modelo tecnológico	0	1¾
Marmita de Papin	p.295 sin fig.	Calor	Tecnológico	0	1/4
Higrómetros de cuerda / de cabello	pp.299-301 sin figs.	Atmósfera	Medida (humedad relativa)	0	1
Higrómetro de Saussure	p.301 fig.183	Atmósfera	Medida (humedad relativa)	0	1/2
Calorímetro de Lavoisier-Laplace	pp.303-4 fig.175	Calor	Medida (calor)	0	1½
Cámara oscura	pp.320, 371-2 figs.203-4, 238	Óptica	Demostración	0	1/2
Microscopio simple o vidrio de aumento	pp.320-1 fig.205	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Lentes	pp.320-2 figs.203-207	Óptica	Estudio y demostración	0	2
Espejos	pp.331-340 figs.214-226	Óptica	Estudio y demostración	0	2
Aparato de estudio de la polarización	pp.334-6 fig.229	Óptica	Estudio y demostración	>1	1½
Turmalinas	p.347 sin fig.	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Microscopio compuesto	p.370 fig.234	Óptica	Estudio y demostr. / Investigación	0	1/3
Anteojo astronómico	p.371 fig.235	Óptica	Demostración	0	1/4
Anteojo terrestre	p.371 fig.236	Óptica	Uso no científico	0	1/4

Telescopio de Newton	p.371 fig.237	Óptica	Demostración	0	1/4
Micrómetro de Rochon	p.371 sin fig.	Óptica	Medida (longitud)	0	1/4
Cámara lúcida	pp.372-3 figs.239-241	Óptica	Uso no científico	0	1
Linterna mágica / Fantasmagoría	p.373 fig.242	Óptica	Recreativo	0	1
Microscopio solar	p.374 fig.243	Óptica	Recreativo	0	1/3
Colorigrado	p.374 fig.229	Óptica	Medida (color)	0	1/4
Aparato y utensilios fotográficos	pp.464-470, figs.1-13,Ad.	Óptica	Uso no científico	0	6
Máquina eléctrica	pp. 377-8 y 389-392 figs.244-245 y 251-253	Electrostática	Productor de agentes físicos	>1	3/4
Péndulo eléctrico	p.382 fig.246	Electrostática	Estudio y demostración	0	1/4
Electroscopo de Haiiy	p.383 fig.247	Electrostática	Estudio y demostración	0	1/4
Electrómetro de Henly	p.383 fig.244	Electrostática	Medida (carga eléctrica)	0	1/4
Electrómetro de Bennet	p.383 fig.248	Electrostática	Medida (carga eléctrica)	0	1/4
Balanza eléctrica de Coulomb	pp.57-8 y 383-9 fig.249	Gravedad/ Electrostática	Investigación/ Medida (fuerza)	>1	3/4
Electróforo	pp.392-3 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	1
Condensador de Aepinus	p.393 sin fig.	Electrostática	Estudio y demostración	0	1/2
Electrómetro condensador	p.394 fig.254	Electrostática	Medida (carga eléctrica)	0	1/3
Excitador	p.395 fig.255	Electrostática	Auxiliar	0	1/4
Cuadro fulminante / Frasco eléctrico	pp.395-6 sin fig.	Electrostática	Demostración	0	1/4
Botella de Leyden	p.396 fig.256	Electrostática	Estudio y demostr. / Productor de agentes físicos	0	3/4
Batería eléctrica	pp.396-7 sin fig.	Electrostática	Productor de agentes físicos	0	1/2
Botella de Ingenhousz	p.397 sin fig.	Electrostática	Demostración	0	1/4
Pila de Volta (distintos tipos)	pp.398-404 figs.259-262	Electrocinética	Productor de agentes físicos / Demostración	>1	4
Pararrayos	p.409 sin fig.	Electrostática	Uso no científico	0	1/2

Instrumentos de interacción [sin nombre]	pp.413-422 figs.268-279	Electrocinética / Magnetismo	Demostración	>1	4 ² / ₃
Aparato de Ampère	p.419 fig.280	Electrocinética / Magnetismo	Medida (grados de desviación)	1	3/4
Imán	pp.422 y ss. fig.264	Magnetismo	Productor de agentes físicos	0	2
Aguja magnética	pp.422-424 figs.263 y 281	Magnetismo	Estudio y demostración	>1	3/4
Aguja astática de Ampère	p.426 fig.282	Magnetismo	Estudio y demostración	0	3/4

1.3. GANOT (1854)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER.	PÁGS. totales
Vernier	p.5 fig. 1	Propiedades generales	Medida (longitud)	1	1
Tornillo micrométrico	pp.5-6 sin fig.	Propiedades generales	Medida (longitud)	1	1/3
Máquina de dividir	p.6 fig. 2	Propiedades generales	Medida (longitud)	2	1
Lluvia de mercurio	p.8 fig. 3	Prop. generales (porosidad)	Demostración	1	3/4
Plomada	p.21 fig. 8	Mecánica (gravedad)	Demostración / Uso no científico	0	1/2
Equilibrista	p.26 fig. 13	Mecánica (cdg)	Recreativo	0	1/4
Cono	p.26 fig. 14	Mecánica (cdg)	Demostración	0	(líneas)
Balanza	p.27 fig. 15	Mecánica	Medida (masa)	0	2 ½
Tubo de Newton	p.30 fig. 16	Mecánica (gravedad)	Demostración	1	1/4
Plano inclinado	p.31 fig. 17	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/2
Máquina de Atwood	pp.31-34 fig. 18	Mecánica	Estudio y demostración	4	3
Máquina de Morin	p.35 fig. 19	Mecánica	Estudio y demostración	1	2
Péndulo	p.40 fig. 21	Mecánica	Estudio y demostración	0	3/4
Aparato de 4 Péndulos	p.43 fig. 22	Mecánica	Estudio y demostración	3	3
Aparato de Savart	p.48 fig. 23	Mecánica (elasticidad)	Estudio y demostración	1	(líneas)
Balanza de torsión (Coulomb)	pp.50, 504-505 fig. 334	Mecánica (elasticidad)	Investigación	3	1½
Piezómetro de Oersted-Despretz	pp.54-55 fig. 24	Hidrostática	Demostración	1	2
Aparato de Pascal	p.56 fig. 26	Hidrostática	Demostración	0	1/2
Aparato para verificar el empuje	p.57 fig. 27	Hidrostática	Demostración	1	1/2
Aparato de Haldat	p.59 fig. 29	Hidrostática	Demostración	1	1
Molinete hidráulico	p.61 fig. 30	Hidrostática	Demostración	1	1
Vasos comunicantes	p.64 fig. 33	Hidrostática	Demostración	1	1/2
Vasos comunicantes (fluid. heterogéneos)	p.65 fig. 35	Hidrostática	Demostración	1	1
Prensa hidráulica	p.67 fig. 36	Hidrostática	Modelo tecnológico/ Demostración	0	2

Nivel de agua	p.68 fig. 37	Hidrostática	Uso no científico	1	1
Nivel de burbuja	p.69 figs. 38-39	Hidrostática	Uso no científico	0	1/2
Balanza hidrostática	p.72 fig. 42	Hidrostática	Estudio y demostr. / Medida (densidad)	1	1
Ludi6n	p.75 fig. 46	Hidrostática	Recreativo	1	3/4
Are6metro de Nicholson	p.77 fig. 47	Hidrostática	Medida (densidad)	1	1¼
Are6metro de Fahrenheit	p.80 fig. 48	Hidrostática	Medida (densidad)	1	1/2
Are6metro de Baum6	p.82 fig. 49	Hidrostática	Medida (densidad)	1	2
Alcoh6metro de Gay-Lussac	p.83 sin fig	Hidrostática	Medida (densidad)	1	1/2
Dens6metro de Gay-Lussac	p.84 sin fig	Hidrostática	Medida (densidad)	1	3/4
Dens6metro de Rousseau	pp.85-86 fig. 50	Hidrostática	Medida (densidad)	1	1
Teorema de Torricelli (v de salida)	pp.89-90 fig. 54	Hidrodinámica	Demostraci6n	1	1/4
Flotador de Prony	pp.91-92 fig. 55	Hidrodinámica	Demostraci6n	1	1/4
Láminas de Hauksbee	p.97 figs. 61-63	Prop. fluidos (capilaridad)	Demostraci6n	2	1/2
Endosm6metro de Dutrochet	pp.101-102 sin fig	Prop. fluidos (endosmosis)	Medida (presi6n osm6tica)	0	1/2
Rompe vejigas	p.110 fig. 72	Presi6n atm	Demostraci6n	1	1/4
Hemisferios de Magdeburgo	pp.110-111 figs. 73-74	Presi6n atm	Demostraci6n	1	1
Experiencia de Torricelli	pp.111-112 fig. 75	Presi6n atm	Estudio y demostraci6n	1	1
Bar6metro de cubeta	pp.113-115 fig. 76	Presi6n atm	Medida (presi6n)	0	1½
Bar6metro de Fortin	p.116 figs. 77-78	Presi6n atm	Medida (presi6n)	0	1
Bar6metro de sif6n de Gay-Lussac	pp.117-118 figs. 79-80	Presi6n atm	Medida (presi6n)	0	1¼
Bar6metro de cuadrante	pp.122-123 figs. 81-82	Presi6n atm	Medida (presi6n)	0	1/2
Tubo de Mariotte	p.124-126 fig. 83	Gases	Demostraci6n	1	1
Aparato: ley de Mariotte:	pp.125-126 fig. 84	Gases	Demostraci6n	1	1
Man6metro de aire libre	pp.127-128 fig. 85	Gases	Medida (presi6n)	1	3/4
Man6metro de aire comprimido	pp.128-129 fig. 86	Gases	Medida (presi6n)	1	1
Man6metro metálico de Bourdon	pp.129-130 fig. 87	Gases	Medida (presi6n)	0	1
Bar6metro de Bourdon	pp.130-131 fig. 88	Presi6n atm	Medida (presi6n)	0	1/2

Aparato de Berthollet	pp.131-132 fig. 89	Gases	Estudio y demostración	1	1/2
Baroscopio	pp.134-135 fig. 90	Gases	Demostración	1	1/2
Globo aerostático	pp.137-138 figs. 91-92	Gases	Tecnológico	0	(líneas)
Paracaídas	p.140 fig. 93	Mecánica	Tecnológico	0	(líneas)
Máquina neumática (dos cuerpos)	pp.141-146 figs. 94-98	Gases	Producción de agentes físicos	1	5
Fuente en el vacío	p.147 fig. 99	Presión atm	Demostración	1	1/4
Efecto del vacío	p.147 fig. 100	Presión atm	Demostración	1	1/4
Máquina de compresión	pp.148-149 fig. 101	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	1	1
Bomba de compresión	p.149 figs. 102-103	Mecánica de fluidos	Demostración / Prod. agentes físicos	1	1
Fuente de Herón	p.150 fig. 104	Mecánica de fluidos	Demostración / Recreativo	1	1/2
Fuente intermitente	p.151 fig. 105	Mecánica de fluidos	Demostración / Recreativo	1	1
Sifón	p.152 fig. 106	Mecánica de fluidos	Demostración / Auxiliar	1	1
Sifón de salida constante	p.153 figs. 107, 108	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Vaso de Tántalo	p.154 fig. 109	Mecánica de fluidos	Recreativo	1	1
Bomba aspirante	p.155 fig. 110	Mecánica de fluidos	Modelo Tecnológico	1	2
Bomba aspirante-impelente	p.157 fig. 111	Mecánica de fluidos	Modelo Tecnológico	1	1½
Bomba impelente	p.158 sin fig.	Mecánica de fluidos	Modelo Tecnológico	0	(líneas)
Frasco de Mariotte	p.159 fig. 112	Mecánica de fluidos	Auxiliar	1	1
Timbre para sonido en el vacío	p.161 fig. 113	Sonido	Demostración	1	1/2
Esfera de vidrio con campanilla	p.162 sin fig.	Sonido	Demostración	0	(líneas)
Resonador de Savart	p.165 fig. 115	Sonido	Estudio y demostración	1	1
Bocina	pp.170-171 fig. 117	Sonido	Uso no científico	0	(líneas)
Trompetilla acústica	p.171 sin fig	Sonido	Uso no científico	0	(líneas)
Sonómetro	p.172 fig. 118	Sonido	Estudio y demostración	1	1
Rueda de Savart	p.174 fig. 119	Sonido	Medida (frecuencia)	1	1
Sirena de Cagniard-Latour	pp.174-177 figs. 120-122	Sonido	Medida (frecuencia)	1	3
Fuelle acústico	pp.175-176 fig. 123	Sonido	Auxiliar	0	1/2

Diapasón en caja de resonancia	p.183 fig. 124	Sonido	Estudio y demostración	0	1/4
Aparato de Marloye	p.184 fig. 125	Sonido	Estudio y demostración	0	1/2
Placas de Chladni	pp.185-186 fig. 126	Sonido	Estudio y demostración	1	1/2
Timbre sonoro y membrana	p.186 fig. 127	Sonido	Demostración	1	1/2
Tubos sonoros de bisel	p.187 figs. 128-129	Sonido	Demostración	1	1
Tubo sonoro de lengüeta	pp.188-189 figs. 130-131	Sonido	Demostración	0	1
Pirómetro de cuadrante	p.196 fig. 132	Calor	Medida (dilatación lineal)	1	1/2
Anillo de s'Gravesande	pp.196-197 fig. 133	Calor	Demostración	1	1/3
Dilatación de líquidos y gases	p.197 sin fig.	Calor	Estudio y demostración	2	1/2
Aparato para fijar el cero del termómetro.	pp.200-201 fig. 135	Calor	Auxiliar	0	1/4
Aparato de Regnault (punto 100)	pp.201-202 figs. 136-137	Calor	Auxiliar	1	2/3
Termómetro centígrado	p.203 fig. 138	Calor	Medida (temperatura)	0	3/4
Termómetro diferencial de Leslie	p.207 fig. 139	Calor	Investigación / Medida (temperatura)	0	2/3
Termoscopio de Rumford	pp.207-208 fig. 140	Calor	Medida (temperatura)	0	1
Termómetro de Breguet	pp.208-209 fig. 141	Calor	Medida (temperatura)	0	3/4
Termómetro de máx. y mín. de Rutherford	p.209 fig. 142	Calor	Medida (temperatura)	0	1
Termómetro de máxima de Walferdin	p.210 fig. 143	Calor	Medida (temperatura)	0	1
Pirómetro de Wedgwood	pp.211-212 fig. 144	Calor	Medida (temperatura)	0	1
Espejos ustorios	pp.218-220 fig. 147	Calor	Demostración	1	1
Poder reflector	pp.221-222 fig. 148	Calor	Demostración	1	1
Aparato de Ingenhousz	pp.232-233 fig. 149	Calor	Demostración	1	1/2
Aparato de Despretz	p.233 fig. 150	Calor	Demostración	1	3/4
Conductividad de los líquidos	pp.233-234 fig. 151	Calor	Demostración	2	1/2
Corrientes de convección	p.234 fig. 152	Calor	Estudio y demostración	1	1/2
Coefficiente de dilatación lineal	pp.236-238 figs. 153-154	Calor	Estudio y demostración	1	2
Péndulo compensador	pp.239-240 fig. 155	Calor	Tecnológico / Demostración	0	(líneas)
Láminas compensadoras	pp.240-241 figs. 156-158	Calor	Demostración	0	(líneas)

Aparato de Dulong y Petit	p.242 fig. 159	Calor	Investigación	1	1
Termómetro de peso (Dulong y Petit)	p.243 fig. 160	Calor (dilatación)	Investigación	1	3/4
Aparato de Gay-L. (coef. dilat. de gases)	pp.246-248 fig. 161	Calor	Investigación	1	2/4
Aparato de Regnault (coef. dilat. de gases)	pp.249-251 fig. 162-163	Calor	Demostración	2	2
Fuerza elástica de los vapores	p.258 fig. 164	Calor	Demostración	1	1
Formación de vapores en el vacío	p.259 fig. 165	Calor	Demostración	1	1
Ap.de Dalton: tensión del vap.($0 < t^a < 100^{\circ}\text{C}$)	p.261 fig. 166	Calor	Medida (presión)	1	3/4
Ap.de Regnault: tens. del vap.($t^a > 100^{\circ}\text{C}$)	pp.262-265 fig. 167	Calor	Medida (presión)	1	1/2
Tensión en vasos comunicantes (dist. t^a)	pp.265-266 fig. 168	Calor	Demostración	1	1
Ap.de Gay-L: tensión de mezcla de gases	pp.266-267 figs. 169	Calor	Medida (presión)	1	2
Condiciones de ebullición del agua	p.269 fig. 170	Calor	Demostración	1	1
Hervidor de Franklin	p.271 fig. 171	Calor	Demostración	1	1/2
Marmita de Papin	pp.272-273 fig. 172	Calor	Tecnológico / Demostración	0	1
Alambique	pp.276-277 fig. 173	Calor (destilación)	Uso no científico	0	1/2
Densidad de un vapor (Gay-Lussac)	pp.282-283 fig. 177	Calor	Medida (densidad de un vapor)	1	(líneas)
Densidad de un vapor (Dumas)	pp.283-284 fig. 178	Calor	Medida (densidad)	1	(líneas)
Higrómetro de Saussure	p.287 fig. 179	Calor (Higrometría)	Medida (humedad relativa)	1	2
Higrómetro de Daniell	pp.290-292 fig. 180	Calor (Higrometría)	Medida (humedad relativa)	1	1/2
Higrómetro de Regnault	pp.292-293 fig. 181	Calor (Higrometría)	Medida (humedad relativa)	1	1
Caldera de máquina de vapor	pp.295-296 fig. 182	Calor	Tecnológico	0	(líneas)
Máquina de Watt de doble efecto	pp.296-299 fig. 183	Calor	Tecnológico	0	3
Distribuidor de vapor	pp.299-300 fig. 184	Calor	Tecnológico	0	1/2
Máquina de Watt de simple efecto	pp.300-302 fig. 185	Calor	Tecnológico	0	1/2
Eolipila	pp.302-303 fig. 186	Calor	Demostración	1	1
Locomotora de vapor	pp.305-307 fig. 187	Calor	Tecnológico	0	(líneas)
Calorímetro de Lavoisier-Laplace	pp.311-312 figs. 188-189	Calor	Medida (calor específico)	1	1
Calor de vaporización	pp.314-315 fig. 190	Calor	Medida (calor de vaporiz.)	0	(líneas)

Eslabón neumático	pp.317-318 fig. 191	Calor	Demostración	1	1
Eslabón de esponja de platino [Döbereiner]	pp.319-320 fig. 192	Calor	Demostración / Auxiliar	1	1
Enfriamiento por evaporación	pp.329-330 fig. 193	Calor	Demostración	2	1/2
Fotómetro de Rumford	p.348 fig. 205	Óptica	Medida (intensidad luminosa)	1	3/4
Fotómetro de Wheatstone	p.349 figs. 206-207	Óptica	Medida (intensidad luminosa)	1	3/4
Aparato para las leyes de la reflexión	p.350 fig. 208	Óptica	Demostración	1	1
Espejos planos	p.351 figs. 209-210	Óptica	Demostración	0	1
Espejos cóncavos	pp.356-358 figs. 213-216	Óptica	Demostración	0	1
Espejos convexos	pp.359, 360 figs. 217-218	Óptica	Demostración	0	1
Aparato para las leyes de la refracción	p.368 fig. 227	Óptica	Demostración	1	1
Prismas	p.373-375,389 figs. 235-239, 256	Óptica	Estudio y demostración	0	3
Prisma de líquidos de Biot	pp.375-376 fig. 240	Óptica	Demostración	1	1/2
Prisma de gases de Biot y Arago	p.376 fig. 241	Óptica	Demostración	1	3
Lentes	p.377, 379-386, 396 figs. 242, 243-255, 262	Óptica	Estudio y demostración	0	6
Microscopio simple (Raspail)	p.400 fig. 265	Óptica	Estudio y demostración	0	1
Microscopio compuesto	p.401 fig. 266	Óptica	Estudio y demostr. / Investigación	0	(líneas)
Micrómetro	p.402 fig. 267	Óptica	Medida	0	(líneas)
Microscopio de Amici	pp.402-405 fig. 268-269	Óptica	Estudio y demostr. / Investigación	0	3
Anteojo astronómico	pp.405-406 fig. 271	Óptica	Investigación	0	1½
Anteojo terrestre	pp.406-407 fig. 272	Óptica	Uso no científico	0	(líneas)
Anteojo de Galileo	p.408 fig. 273	Óptica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Telescopio de Gregory	pp.409-410 fig. 274	Óptica	Demostración	0	1½
Telescopio de Newton	p.411 fig. 276	Óptica	Investigación	0	(líneas)
Telescopio de Herschell	p.411 fig. 277	Óptica	Investigación	0	(líneas)
Cámara oscura de corredera	pp.412-414 fig. 278	Óptica	Tecnológico	1	1½
Cámara oscura de prisma	p.413 fig. 279	Óptica	Tecnológico	0	1

Cámara lúcida de Wollaston	pp.414-415 fig. 281	Óptica	Uso no científico	0	(líneas)
Cámara lúcida de Amici	p.415 fig. 282	Óptica	Uso no científico	0	(líneas)
Daguerrotipo (cámara)	pp.417-419 fig. 283	Óptica	Tecnológico	0	1½
Linterna mágica	pp.421-422 fig. 285	Óptica	Recreativo	1	1
Microscopio solar	pp.422-424 fig. 287	Óptica	Recreativo	0	1½
Microscopio fotoeléctrico	pp.424-426 fig. 289	Óptica	Estudio y demostración	0	1½
Megáscopo (proyector de objetos opacos)	p.426 fig. 286	Óptica	Auxiliar	0	¼
Lente de escalones (de Fresnel)	pp.426-428 fig. 290	Óptica	Tecnológico	1	1 ½
Estereoscopio	p.440 sin fig.	Óptica (visión)	Recreativo	0	2/3
Disco de Newton	p.440 sin fig.	Óptica (visión)	Demostración	0	1/2
Thaumatropro	p.441 sin fig.	Óptica (visión)	Recreativo	0	(líneas)
Phenakistikopo	p.441 sin fig.	Óptica (visión)	Recreativo	0	(líneas)
Rueda de Faraday	p.441 sin fig .	Óptica (visión)	Recreativo	0	(líneas)
Kaleidofono	p.441 sin fig.	Óptica (visión)	Recreativo	0	(líneas)
Lentes periscópicas (cóncavo-convexas)	p.444 sin fig.	Óptica (visión)	Uso no científico	0	(líneas)
Anteojos polariscopos	p.446 sin fig.	Óptica (visión)	Estudio y demostración	0	(líneas)
Romboedro de espato de Islandia	p.449 fig. 298	Óptica	Estudio y demostración	0	1
Pila de cristales [vidrios]	p.453 sin fig.	Óptica	Demostración	0	1/4
Vidrio negro (analizador)	p.454 sin fig.	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Lámina de turmalina	p.454 sin fig.	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Prisma birrefringente	p.455 fig. 300	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Prisma de Nicol	pp.455-456 fig. 301	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Polariscopio de Norremberg	pp.456-458 figs. 303-304	Óptica	Estudio y demostración	0	1½
Polarímetro de Biot	pp.460-462 fig. 305	Óptica	Medida (grado de polarización)	1	1½
Sacarímetro de Soleil	pp.462-467 figs. 306-310	Óptica	Medida (concentr. de azúcar)	1	4
Anillos de Newton	pp.471-472 figs. 313, 314	Óptica	Demostración	0	1
Resaltos [redes de difracción]	p.472 sin fig.	Óptica	Demostración	0	1/2

Barra imantada con limaduras de hierro	p.475 fig. 315	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/2
Acción de agujas y barras imantadas	p.476 fig. 316	Magnetismo	Estudio y demostración	2	3/4
Imantación por influencia	p.478 fig. 318	Magnetismo	Estudio y demostración	0	3/4
Aguja imantada	p.480 fig. 319	Magnetismo	Demostración	2	1/2
Brújula de declinación	pp.483-484 figs. 320-321	Magnetismo	Medida (declinación)	2	1
Brújula marina	p.485 figs. 322-323	Magnetismo	Uso no científico	1	1
Brújula de inclinación	pp.487-489 fig. 324	Magnetismo	Medida (campo magnético)	1	1
Agujas astáticas	p.489 fig. 325	Magnetismo	Demostración	1	1/4
Haz magnético en herradura	p.492 fig. 327	Magnetismo	Producción de agentes físicos	1	1/4
Haz magnético lineal	p.492 fig. 330	Magnetismo	Producción de agentes físicos	0	1/4
Piedra imán armada	p.493 fig. 329	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/4
Imanes artificiales armados	p.493 fig. 328	Magnetismo	Producción de agentes físicos	0	1/4
Balanza de torsión magnética (Coulomb)	pp.493-496 fig. 331	Magnetismo	Investigación	1	2
Péndulo eléctrico	pp.498-499 fig. 332	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Tubo de cobre con mango de vidrio	p.500 fig. 333	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Balanza de torsión eléctrica (Coulomb)	pp.504-505 fig. 334	Electrostática	Investigación	2	1½
Esfera hueca y plano de prueba	pp.506-507 fig. 335	Electrostática	Estudio y demostración	2	1/2
Esfera y hemisferios huecos	pp.507-508 fig. 336	Electrostática	Estudio y demostración	1	3/4
Elipsoide prolongado conductor	pp.508-509 fig. 337	Electrostática	Estudio y demostración	1	3/4
Cilindro y esfera conductores	pp.511-513 fig. 338	Electrostática	Estudio y demostración	1	1½
Electroscopio de panes de oro (Bennet)	pp.514-515 fig. 340	Electrostática	Medida (carga eléctrica)	2	3/4
Electróforo	pp.516-517 figs. 341-342	Electrostática	Estudio y demostración	1	1
Máquina eléctrica de Ramsden	pp.517-520 figs. 343	Electrostática	Producción de agentes físicos	1	3
Electrómetro de cuadrante (de Henley)	pp.520-521 figs. 344	Electrostática	Medida (carga eléctrica)	1	1/3
Máquina eléctrica de Nairne	pp.521-522 fig. 345	Electrostática	Producción de agentes físicos	1	3/4
Máq. hidroeléctrica de Armstrong	pp.522-524 fig. 346	Electrostática	Investigación	4	1½
Banquillo aislador	pp.524-525 sin fig.	Electrostática	Auxiliar	2	1/2

Campanario eléctrico	pp.525-527 fig. 347	Electrostática	Demostración	1	1/4
Granizo eléctrico	pp.525-527 fig. 348	Electrostática	Demostración	1	1/2
Molinete eléctrico	p.527 fig. 349	Electrostática	Demostración	1	1/4
Viento eléctrico ("Insuflación")	p.528 figs. 350, 351	Electrostática	Demostración	2	1/4
Condensador de Aepinus	pp.528-530 figs. 352-353	Electrostática	Estudio y demostración	5	3/4
Excitador de mangos de vidrio	p.531 fig. 354	Electrostática	Auxiliar	1	1/4
Excitador simple	p.531 fig. 357	Electrostática	Auxiliar	2	1/4
Cuadro fulminante	pp.532-533 fig. 355	Electrostática	Demostración	1	1/2
Botella de Leiden	pp.533-536 figs. 356-357	Electrostática	Estudio y demostración	3	1½
Botella de Leiden con timbre	p.535 fig. 358	Electrostática	Demostración	1	1/3
Botella de Leiden de armaduras móviles	p.536 fig. 359	Electrostática	Demostración	1	1/2
Jarra eléctrica Batería de Jarras	pp.537-539 figs. 360-361	Electrostática	Producción de agentes físicos	2	1½
Excitador universal	pp.538-539 fig. 361	Electrostática	Estudio y demostración	2	1/2
Electrómetro condensador de Volta	pp.539-540 figs. 362-363	Electrostática	Medida (carga eléctrica)	1	1
Huevo eléctrico	p.542 fig. 364	Electrostática	Demostración	1	1/2
Tubo centelleante	p.543 fig. 365	Electrostática	Demostración	1	1/4
Cuadro centelleante	pp.543-544 fig. 366	Electrostática	Demostración	1	1/4
Botella centelleante	pp.544-545 fig. 367	Electrostática	Demostración	1	1/4
Frasco para inflamar por medio de chispa	pp.544-545 fig. 368	Electrostática	Demostración	1	1/4
[Portarretratos de Franklin]	p.545 sin fig	Electrostática	Demostración	1	(líneas)
Taladravidrios	p.546 fig. 369	Electrostática	Demostración	1	1/4
Taladracartas	p.546 fig. 369	Electrostática	Demostración	1	1/4
Termómetro de Kinnersley	pp.546-547 fig. 370	Electrostática	Demostración	1	1/3
Pistolete de Volta	p.548 fig. 371	Electrostática	Demostración	1	1/2
Pinzas de Galvani	pp.549-550 fig. 372	Electricidad dinámica	Demostración	1	1/2
Pila de Volta	pp.552-554 fig. 373	Electricidad dinámica	Demostración	1	2/3
Pila de artesa	pp.555-556 fig. 374	Electricidad dinámica	Producción de agentes físicos	0	1/3

Pila de Wollaston	pp.556-557 fig. 375	Electricidad dinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Munk [Münch]	p.557 fig. 376	Electricidad dinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila seca de Zamboni	pp.557-558 sin fig.	Electricidad dinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Electrómetro de Bohnenberger	p.558 sin fig.	Electricidad dinámica	Demostración / Medida (carga eléct.)	1	1/4
Carrusel eléctrico	pp.558-559 fig. 377	Electricidad dinámica	Recreativo	0	1/2
Pila de Daniell	pp.560-562 fig. 378	Electricidad dinámica	Producción de agentes físicos	0	1
Pila de Grove	p.562 figs. 379-380	Electricidad dinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Bunsen	pp.562-564 figs. 381-382	Electricidad dinámica	Producción de agentes físicos	0	1½
Arco voltaico	p.569 fig. 383	Electricidad dinámica	Tecnológico	0	1/2
Regulador de arco de Deleuil	pp.569-571 figs. 384-385	Electricidad dinámica	Tecnológico	0	1
Voltámetro	pp.572-574 fig. 386	Electricidad dinámica	Demostración	1	1/2
Aparato para descomponer las sales	pp.574-575 fig. 387	Electricidad dinámica	Demostración	1	2/3
Cuba de galvanoplastia	pp.576-578 fig. 388	Electricidad dinámica	Tecnológico	1	1½
Aparato de Oersted	pp.580-581 fig. 389	Electro- magnetismo	Demostración	4	2/3
Galvanómetro/Multipl icador de Schweigger	pp.581-584 figs. 390-392	Electro- magnetismo	Medida (corriente eléctrica)	2	2
Acción de los imanes sobre las corrientes	pp.586-587 fig. 393	Electro- magnetismo	Demostración	1	3/4
Acción de la Tierra sobre las corrientes	p.587 fig. 394	Electro- magnetismo	Demostración	1	3/4
Acciones mutuas de las corrientes paralelas	pp.588-589 figs. 395-396	Electro- magnetismo	Demostración	1	1
Acciones mutuas de las corrientes sinuosas	p.590 fig. 397	Electro- magnetismo	Demostración	1	1/4
Acción de corrientes indefinidas y rectang.	pp.590-591 figs. 398-399	Electro- magnetismo	Demostración	2	1/2
Rotación entre corrientes	p.591 figs. 400-401	Electro- magnetismo	Demostración	1	1/3
Solenoides	pp.591-592 figs. 402-403	Electro- magnetismo	Estudio y demostración	1	1/3
Solenoides para imantar el acero	p.595 figs. 405-406	Electro- magnetismo	Demostración	2	2/3
Electroimán suspendido	pp.595-596 fig. 407	Electro- magnetismo	Estudio y demostración	0	2/3
Telégrafo de cuadrante (Froment)	pp.597-600 figs. 408-410	Electricidad dinámica	Tecnológico	0	2
Telégrafo de señales (de Breguet)	pp.600-602 fig. 411	Electricidad dinámica	Tecnológico	0	1
Telégrafo de Morse	pp.602-603 fig. 412	Electricidad dinámica	Tecnológico	0	1

Motor electromagn. de Froment	pp.603-605 fig. 413	Electro- magnetismo	Tecnológico	0	1/2
Bobinas de inducción de Faraday	p.605 fig. 414	Electro- magnetismo	Demostración	1	1/2
Aparato de inducción de Matteucci	pp.605-607 fig. 415	Electro- magnetismo	Demostración	2	1
Disco de Arago	pp.608-609 sin fig.	Electro- magnetismo	Demostración	1	2/3
Bobina de autoinducción	609-610 sin fig.	Electro- magnetismo	Demostración	1	1/2
Aparato de Clarke	pp.610-613 figs. 416-419	Electro- magnetismo	Producción de agentes físicos	0	2
Carrete de Ruhmkorff	pp.613-615 figs. 420-421	Electro- magnetismo	Producción de agentes físicos	1	1½
Huevo eléctrico	pp.615-616 figs. 421-422	Electro- magnetismo	Estudio y demostración	0	1

1.4 RUBIO Y DÍAZ (1886)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER.	PAGS. totales
Vernier	p.4 fig. 1	Propiedades generales	Medida	0	1/3
Nonius o vernier circular	p.5 fig. 2	Propiedades generales	Medida	0	(líneas)
Plomada	p.16 fig. 9	Mecánica	Demostración	0	1/3
Planchas con centro de gravedad señalado	p.17 fig. 11	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/2
Sólidos con centro de gravedad marcado	pp.17-18 fig. 12, 13	Mecánica	Demostración	0	1/4
Figura de equilibrista	p.19 fig. 15	Mecánica	Recreativo	0	(líneas)
Aparato para mostrar el equilibrio estable e inestable	p.20 fig. 16	Mecánica	Demostración	0	1/4
Polea fija	p.24 fig. 21	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1/3
Polea móvil	p.24 fig. 22	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1/4
Polipastos	pp.25-27 figs. 23-25	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1 1/4
Torno	pp.27-28 fig. 26	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	3/4
Rueda de canteras	p.29 fig. 27	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	1/4
Cabrestante	p.29 fig. 28	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	1/4
Cámbria	p.29 fig. 29	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	(líneas)
Grúa	p.30 fig. 30	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	1/3
Cuña	p.31 fig. 32	Mecánica	Modelo tecnológico/Estudio y demostración	0	1/2
Tornillo	p.32 fig. 33	Mecánica	Modelo tecnológico/Estudio y demostración	0	1/3
Tornillo micrométrico	p.33 sin fig.	Mecánica	Medida	0	1/4
Engranaje cónico	p.33 fig. 34	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1/4
Tornillo sin fin	p.34 fig. 35	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	(líneas)
Balanza común	pp.35-36 fig. 36	Mecánica	Medida	0	1 1/4

Balanza de precisión	pp38-39 fig. 38	Mecánica	Medida	0	1
Balanza de Roberval	p.40 fig. 39	Mecánica	Medida/Uso no científico	0	1/4
Romana	p.41 fig. 40	Mecánica	Medida/Uso no científico	0	1/2
Balanza de Quintenz (báscula)	pp.41-42 fig. 41	Mecánica	Medida/Uso no científico	0	1/2
Tubo de Newton	p.43 fig. 42	Mecánica	Demostración	0	1/3
Máquina de Atwood	pp.43-47 figs. 43, 44	Mecánica	Estudio y demostración	3	2 1/2
Máquina de Morin	pp.47-48 fig. 45	Mecánica	Estudio y demostración	0	3/4
Péndulo	pp.49-50 figs. 47, 48	Mecánica	Estudio y demostración	0	1
Aparato [fuerzas centrales ³³ , varilla y esferas] para demostrar la f centrífuga	pp.53-54, 77 figs. 50, 52, 70	Mecánica	Demostración	3	3/4
Ferrocarril aéreo	pp.53-54 fig. 51	Mecánica	Demostración/Recreativo	1	1/4
Catetómetro	p.58 fig. 53	Mecánica	Medida (longitud)	1	1
Dinamómetro de flexión	p.60 figs. 54, 55	Mecánica	Medida (masa, fuerza)	0	1/3
Laminador	p.62 fig. 56	Mecánica	Uso no científico	0	1/3
Hilera	p.62 sin fig.	Mecánica	Uso no científico	0	(líneas)
Piezómetro	p.69 figs. 57, 58	Hidrostática	Demostración	1	1/2
Presión en todas direcciones (Principio de Pascal)	p.70 fig. 59	Hidrostática	Demostración	1	(líneas)
Prensa hidráulica	pp.71-72 figs. 61, 62	Hidrostática	Tecnológico	0	3/4
Presión de abajo-arriba	p.73 fig. 64	Hidrostática	Demostración	1	1/4
Aparato de Pascal (independencia de la forma del vaso)	pp.73-74 fig. 65	Hidrostática	Demostración	1	1/3
Aparato de Haldat	pp.74-75 fig. 66	Hidrostática	Demostración	1	1/3
Frasco de los cuatro elementos	p.78 fig. 72	Hidrostática	Demostración	0	1/4
Molinete hidráulico	pp.78-79 fig. 73	Hidrostática	Demostración	0	1/3

³³ Terminología de la época. Ya aparece en el programa de la Dirección General de Instrucción Pública de 1846

Balanza hidrostática (Pr. Arquímedes)	pp.80-81 fig. 76	Hidrostática	Estudio y demostración/Medida	1	(líneas)
Ludión	p.82 fig. 78	Hidrostática	Recreativo	0	(líneas)
Balanza hidrostática (densidad)	pp.84-85 figs. 81, 82	Hidrostática	Medida (densidad)	0	3/4
Areómetro de Nicholson	pp.83-84 fig. 83	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/2
Areómetro de Fahrenheit	p.87 fig. 84	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/4
Frasco para la densidad de los líquidos	p.87 fig. 85	Hidrostática	Auxiliar	0	1/4
Frasco para la densidad de los sólidos	p.87 fig. 86	Hidrostática	Auxiliar	0	1/4
Areómetros (densímetros)	pp.89, 91 figs. 87, 92	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/2
Pesa-sales Baumé	p.89 fig. 88	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/4
Pesa-licores	p.90 fig. 89, 90	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Alcohómetro centesimal (Gay-Lussac)	p.90 fig. 91	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/2
Densímetro	p.91 fig. 92	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Volúmetro	p.91 fig. 93	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/4
Vasos comunicantes	p.92 fig. 94	Hidrostática	Uso no científico	0	1/4
Nivel de agua	pp.92-93 figs. 95, 96	Hidrostática	Uso no científico	0	1/3
Nivel de aire	p.93 figs. 97, 98	Hidrostática	Uso no científico	0	1/2
Vasos comunicantes: líquidos diferente densidad	p.94 fig. 99	Hidrostática	Demostración	0	1/4
Teorema de Torricelli [Aparato de Charles]	pp.95-96 fig. 100	Hidrostática	Demostración	1	1/2
Flotador de Prony	p.97 sin fig.	Hidrostática	Demostración/auxiliar	0	(líneas)
Vasos comunicantes capilares	p.100 fig. 105	Hidrostática	Demostración	1	1/4
Agujas flotando en el agua	p.100 fig. 107	Acciones moleculares	Demostración/multiuso	0	(líneas)
Endosmómetro de Dutrochet	p.101 fig. 108	Acciones moleculares	Demostración/Medida (presión osmótica)	1	1/2
Dializador	p.102 figs. 109, 110	Acciones moleculares	Demostración	0	1/3
Vejiga con gas (fuerza expansiva de los gases)	p.103 fig. 111	Gases	Demostración	1	1/4

Esfera para pesar gases	p.104 fig. 112	Gases	Demostración	1	1/4
Tubo barométrico y cubeta (Exp. Torricelli)	p.105 figs. 114, 115	Gases	Demostración	1	1/3
Barómetro normal (Regnault)	p.106 fig. 116	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/2
Barómetro de cubeta	p.107 fig. 117	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/4
Barómetro de Fortin	pp.107-108 figs. 118, 119	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	3/4
Barómetro de sifón	p.109 fig. 120	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/4
Barómetro de cuadrante	pp.109-110 fig. 121	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/3
Barómetro de Fahrenheit	p.110 fig. 122	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/4
Barómetro de Bourdon	p.111 fig. 123	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/2
Barómetro de Vidi	pp.111-112 fig. 124	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/3
Eslabón neumático	p.114 fig. 125	Gases	Demostración	1	1/4
Tubo de Mariotte	p.115 fig. 126	Gases	Estudio y demostración	1	1/3
Manómetro de aire libre	p.116 fig. 128	Gases	Medida (presión)	0	1/4
Manómetro de aire comprimido	p.116 figs. 129, 130	Gases	Medida (presión)	0	1/2
Manómetro de ramas múltiples	p.117 fig. 131	Gases	Medida (presión)	0	1/3
Manómetro de Bourdon	p.117-118 fig. 132	Gases	Medida (presión)	0	1/3
Aparato para la mezcla de los gases	p.118 fig. 133	Gases	Demostración	1	1/2
Bomba aspirante	pp.120-121 figs. 135, 136	Gases	Tecnológico	0	1
Bomba impelente	p.122 fig. 137	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba de incendios	pp.122-123 fig. 138	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba aspirante impelente	p.123 figs. 139, 140	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Pipeta	p.124 fig. 142	Gases	Uso no científico	0	1/4
Embudo mágico	p.124 fig. 143	Gases	Recreativo	0	1/3

Botella inagotable	p.125 sin fig.	Gases	Recreativo	0	(líneas)
Fuente intermitente	p.125 fig. 144	Gases	Recreativo	0	1/4
Sifón	p.125-126 figs. 145, 146	Gases	Auxiliar	0	1/4
Sifón para líquidos corrosivos	p.126 fig.147	Gases	Auxiliar	0	1/4
Máquina neumática de un cuerpo de bomba	pp.127-129 fig. 148	Gases	Producción de agentes físicos	0	2
Máquina neumática de doble efecto	p.130 figs. 149-152	Gases	Producción de agentes físicos	0	3/4
Doble barómetro	p.132 fig. 153	Gases	Auxiliar	0	1/4
Máquina de Bianchi	pp132-134 figs. 154, 155	Gases	Producción de agentes físicos	0	3/4
Máquina neumática de Alvergniat	p.134-135 fig. 156	Gases	Producción de agentes físicos	0	3/4
Rompe-vejigas	p.135 fig. 157	Gases	Demostración	1	1/4
Hemisferios de Magdeburgo	p.136 fig. 158	Gases	Demostración	1	¼
Fuente en el vacío	p.136 fig. 159	Gases	Demostración	1	¼
Máquina de compresión	p.137 fig. 160	Gases	Producción de agentes físicos	0	¼
Bomba de compresión	p.137 fig. 161	Gases	Producción de agentes físicos	0	1/2
Bombas combinadas	pp.138-139 fig. 162	Gases	Tecnológico	0	1/3
Baroscopio	p.139 fig. 163	Gases	Demostración	1	1/3
Globos aerostáticos	pp.139-142 figs. 164, 165	Gases	Tecnológico	0	2
Vibración de una lámina	p.144 fig. 166	Sonido	Multiuso	1	1/4
Aparato de Trevelyan	p.145 fig. 167	Sonido	Demostración	1	1/4
Experiencia de Tyndall (pala de hierro)	p.145 fig. 168	Sonido	Uso no científico	1	(líneas)
No propagación del sonido en vacío (timbre)	pp.145-146 fig. 169	Sonido	Demostración	1	1/4
Estetoscopio	p.146 sin fig.	Sonido	Tecnológico	0	(líneas)
Bocina	p.151 fig. 172	Sonido	Uso no científico	0	1/4

Trompetilla acústica	pp.151-152 fig. 173	Sonido	Uso no científico	0	(líneas)
Rueda dentada de Savart	pp.153-154 fig. 174	Sonido	Medida (frecuencia)	0	1/4
Sirena de Cagniard-Latour	pp.154-155 figs. 175, 176	Sonido	Medida (frecuencia)	0	1/2
Vibróscopo	p.155 fig. 177	Sonido	Medida (frecuencia)	0	1/4
Fonoautógrafo de Scott	pp.156, 172 sin fig.	Sonido	Estudio y demostración	0	1/4
Tonómetro de Scheibler	p.156 sin fig.	Sonido	Estudio y demostración	0	(líneas)
Diapasón (hierro de tono)	p.158 fig. 178	Sonido	Estudio y demostración	1	1/4
Sonómetro	pp.160-161 fig. 180	Sonido	Estudio y demostración	3	3/4
Placas vibrantes (Chladni)	pp.162-163 fig. 182	Sonido	Estudio y demostración	1	1/4
Fuelle acústico	p.164 fig. 183	Sonido	Auxiliar	0	1/4
Tubos sonoros de embocadura	pp.165-167 figs. 184-188	Sonido	Estudio y demostración	1	3/4
Experiencia de Lissajous: Diapasón con espejo, espejo, lente y pantalla	pp.168-169 figs. 189-191	Sonido	Estudio y demostración	1	1/3
Resonador de Helmholtz	p.171 fig. 193	Sonido	Demostración	0	1/4
Aparato de Koenig	p.171-172 fig. 194	Sonido	Estudio y demostración	0	¼
Fonógrafo de Edison	pp.172-173 figs. 195-197	Sonido	Tecnológico	0	1
Pantallas para comprobar la prop. Rectilínea de la luz	p.177 fig. 201	Óptica	Demostración	1	(líneas)
Esfera opaca (formación de sombra)	p.179 fig. 203	Óptica	Demostración	1	1/4
Esfera opaca (formación de sombra y penumbra)	p.180 fig. 204	Óptica	Demostración	1	1/4
Fotómetro de Bouguer	pp.181-182 fig. 205	Óptica	Medida (intensidad)	1	1/4
Fotómetro de Rumford	p.182-183 fig. 206	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/4
Fotómetro de Foucault	p.183 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/4
Fotómetro de Bunsen	p.183 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/4
Fotómetro de Wheatstone	p.183 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/4

[Aparato de Silberman]	pp.185, 195 figs. 208, 228	Óptica	Demostración	2	1/2
Espejos	pp.185-192, 213 figs. 210-213, 215-223, 257	Óptica	Estudio y demostración	1	1 3/4
Espejos de anamorfosis	p.193 fig. 224	Óptica	Recreativo	0	1/4
Prismas	pp.196, 199- 200, 212-213 figs.229, 233- 235, 256,257	Óptica	Estudio y demostración	2	1
Espato de Islandia	pp.201, 255- 256 fig. 236	Óptica	Demostración	2	1/4
Lentes	pp.203-208, 213 figs. 239-252, 258	Óptica	Estudio y demostración	2	3 1/4
Focómetro de Silberman	pp.209-210 fig. 253	Óptica	Medida (distancia focal)	0	1/3
Lente de Fresnel	p.210 fig.254	Óptica	Tecnológico/Modelo tecnológico	0	1/3
Aparato de siete espejos: recomposición de la luz	p.213 fig. 259	Óptica	Demostración	1	(líneas)
Disco de Newton	p.214 fig. 260	Óptica	Demostración	0	1/3
[Lente de agua]: combustión por los rayos oscuros	pp.217-218 fig. 262	Óptica	Demostración	3	1/4
Espectroscopio de Kirchhoff y Bunsen	p.221 fig. 264	Óptica	Estudio y demostración	1	1/2
Espectroscopio de visión directa	pp.222-223 fig. 256	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Lámina I: espectros de diversos focos luminosos	sin nº de página	Óptica		0	(líneas)
Estereóscopo	pp.229-230 fig. 270	Óptica	Recreativo	0	1/3
Estereóscopo (marcha de rayos)	pp.229-230 fig. 271	Óptica	Recreativo	0	(líneas)
Fenakisticopio de Plateau	p.231 fig. 273	Óptica	Recreativo	0	1/4
Lente de aumento	p.232 fig. 274	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Microscopio simple	p.232 fig.275	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Microscopio compuesto	pp.233-234 fig. 276	Óptica	Estudio y demostración/Investigación	0	1 1/3
Microscopio binocular o estereoscópico (Nachet)	pp.234-235 sin fig.	Óptica	Investigación	0	1/4

Microscopio múltiple	p.235 sin fig.	Óptica	Investigación	0	1/4
Microscopio químico	p.235 sin fig.	Óptica	Investigación	0	(líneas)
Microscopio pancreático	p.235 sin fig.	Óptica	Investigación	0	(líneas)
Microscopio con objetivo de inmersión	p.235 sin fig.	Óptica	Investigación	0	(líneas)
Anteojo astronómico	p.236 figs. 277, 278	Óptica	Investigación	0	2/3
Anteojo terrestre	p.237 fig. 279	Óptica	Uso no científico	0	1/2
Anteojo de Galileo	pp.237-238 fig. 280	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Telescopio de Gregory	p.238 fig. 281	Óptica	Demostración	0	1/3
Telescopio de Herschel	p.239 fig. 282	Óptica	Investigación	0	1/2
Telescopio de Newton	pp.239-240 fig.283	Óptica	Investigación	0	1/3
Telescopio de Foucault	p.240 fig. 284	Óptica	Investigación	0	2/3
Cámara oscura	pp.241-242 fig. 285	Óptica	Demostración	0	1/3
Daguerrotipo	p.242 sin fig.	Óptica	Tecnológico	0	(líneas)
Cámara fotográfica	p.242 sin fig.	Óptica	Tecnológico	0	(líneas)
Cámara oscura de campaña	pp.243-244 fig. 286, 287	Óptica	Uso no científico	0	1/3
Cámara lúcida	p.244 fig. 288, 289	Óptica	Uso no científico	0	1/3
Linterna mágica	p.245 fig. 290	Óptica	Recreativo	0	1/4
Fantóscopo	pp.245-246 fig. 291	Óptica	Recreativo	0	1/2
Microscopio solar	pp.246-247 fig. 292, 293	Óptica	Recreativo	0	3/4
Microscopio fotoeléctrico	p.248 fig. 294	Óptica	Recreativo	0	1/3
[Anillos de Newton]	pp.253-254 fig. 300	Óptica	Demostración	0	1/3
Prisma de Nicol	pp.255-256 sin fig.	Óptica	Estudio y demostración	1	(líneas)
Vidrio negro	pp.255, 257 sin fig.	Óptica	Estudio y demostración	1	1 1/3
Polariscopio de Malus perfeccionado por Biot	p.257 fig. 302	Óptica	Estudio y demostración	1	1/2

Pila de cristales (vidrios)	pp.258-259 sin fig.	Óptica	Estudio y demostración	1	1/4
Aparato de Norremberg	p.259 fig. 303	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Sacarímetro de Soleil	p.261 sin fig.	Óptica	Medida	0	(líneas)
Pinzas de turmalina	pp.261, 262 figs. 306, 307	Óptica	Estudio y demostración	1	1/2
Mordaza para comprimir una lámina de vidrio (polariz. Por presión)	p.262 fig. 308	Óptica	Estudio y demostración	1	1/4
Tubos con materias fosforescentes	p.266 fig. 309	Óptica	Auxiliar	0	(líneas)
Fosforoscopio	pp.266-267 figs. 310, 311	Óptica	Estudio y demostración	1	1/2
Anillo de S' Gravesande	p.270 fig. 312	Calor	Demostración	1	1/3
Termómetros	pp.271-273 fig. 313, 314, 317	Calor	Medida	0	1/2
Determinación del 100. Ap. Gay-Lussac, Regnault.	p.273 fig. 316	Calor	Auxiliar	0	1/4
Termómetro de peso	p.275 fig. 318	Calor	Medida	0	1/4
Termómetro de máxima	p.275 fig. 319	Calor	Medida	0	1/4
Termómetro de mínima (Rutherford)	p.275 fig. 320	Calor	Medida	0	1/4
Termómetro de máxima Walferdin	p.276 fig. 321	Calor	Medida	0	1/4
Termómetro de Breguet	pp.276-277 fig.322	Calor	Medida	0	1/4
Termómetro metálico	pp.276-277 fig. 323	Calor	Medida	0	1/4
Termómetro diferencial de Leslie	p.277 fig.324	Calor	Medida	0	1/4
Termómetro diferencial de Rumford	pp.277-278 fig. 325	Calor	Medida	0	1/4
Pirómetro de Brongniart	p.278 fig.326	Calor	Medida	0	1/4
Pirómetro de Wedgwood	p.279 sin fig.	Calor	Medida	0	1/4
Ap. de Lavoisier y Laplace: coef. dilatación lineal	p.281 figs. 328, 329	Calor	Investigación	0	1/2
Péndulo compensador de Leroy	pp.281-282 fig. 330	Calor	Tecnológico	0	1/4
Péndulo compensador de Graham	p.282 fig. 331	Calor	Tecnológico	0	1/4

Ap. Dulong y Petit: coef. Absoluto del mercurio	pp.284-285 fig. 332	Calor	Investigación	0	3/4
Aparato de Hobes [Hope]: máximun dens. del agua	p.286 fig. 333	Calor	Demostración	1	1/4
Dilatación del hierro y del platino: Dulong y Petit	p.286 fig.334	Calor	Investigación	1	1/4
Ap. Gay-Lussac, Coef. Dilat. Gases	p.287 fig.335	Calor	Investigación	0	1/2
Ap. de Regnault: densidad de un gas	p.288 fig.336	Calor	Medida (densidad)	0	1/2
Bombas llenas de agua con tapón: fuerza de dilatación del hielo	p.293 fig. 337	Calor	Demostración	1	1/4
Ap. [de Gay-Lussac]: tensión de vapor	p.295 fig. 338	Calor	Demostración/Medida	0	2/3
Barómetro de cubeta profunda (fuerza elástica del vapor)	p.296 fig. 339	Calor	Demostración/Medida	1	1/3
Ap. Faraday para licuar gases	p.298 fig. 340	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Thierlier	p.299 fig. 341	Calor	Investigación	1	1/2
Crióforo de Wollaston	p.300 fig. 342	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Carré	p.301 fig. 345	Calor	Tecnológico	0	1/2
Experiencia (martillo) de Donny	pp.304-305 fig. 348	Calor	Demostración	1	1/4
Hipsómetro de Regnault	p.305 fig. 349	Calor	Medida (longitud, alturas)	0	1/3
Alambique	p.306 fig. 350	Calor	Uso no científico	0	2/3
Marmita de Papin	p.307 fig. 351	Calor	Tecnológico/Demostración	0	(líneas)
Aparato de Boutigny	pp.308-309 fig. 352-354	Calor	Estudio y demostración	3	1 1/4
Ap.de Dalton: tensión del vap.($0 < t^a < 100$ °C)	p.310 fig.355	Calor	Medida (presión)	1	1/3
Ap.de Regnault: tens. del vap.($t^a > 100$ °C)	pp.311-312 fig. 356	Calor	Medida (presión)	1	1/3
Densidad de un vapor (aparato de Dumas)	pp.312-313 fig. 357	Calor	Medida (densidad)	1	3/4
Higrómetro (figura de monje)	p.315 fig. 358	Calor	Recreativo	0	1/4
Higrómetro de cabello (Saussure)	pp.315-316 fig. 359	Calor	Medida (humedad relativa)	0	1/2
Higrómetro de Monnier	pp.316-317 fig. 360	Calor	Medida (humedad relativa)	0	1/4
Higrómetro de Leroy	p.317 fig. 361	Calor	Medida (humedad relativa)	0	1/4

Higrómetro de Daniell	pp.317-318 fig. 362	Calor	Medida (humedad relativa)	0	1/2
Higrómetro de Regnault	pp.318-319 fig.363	Calor	Medida (humedad relativa)	0	1/2
Psicrómetro	p.319 fig. 364	Calor	Medida (humedad relativa)	0	1/4
Disco de cera en soporte (calor específico)	p.320 fig. 365	Calor	Demostración	1	1/4
Ap. de José Alcolea para el mismo fin que el ant.	p.321 sin fig.	Calor	Demostración	1	1/4
Calorímetro de Regnault: calor específico	pp.322-323 fig. 366	Calor	Investigación/Medida	0	1/2
Calorímetro de Lavoisier y Laplace	pp.323-324 fig. 367	Calor	Medida (calor esp.)	0	1/4
Pozo de hielo	pp.324-325 fig.368	Calor	Medida (calor esp.)	0	(líneas)
Calorímetro de Despretz	p.326 fig. 369	Calor	Medida (calor esp. de vap.)	0	1/4
Calorímetro de Dulong	p.327 fig. 370	Calor	Medida (calor de combustión)	0	1/2
Calorímetro para calor animal	p.328 fig. 371	Calor	Medida (calor)	0	1/4
Experiencia de Rumford (radiación del calor en el vacío)	p.329 fig. 372	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Melloni	pp.330-336 figs. 374-379	Calor	Estudio y demostración	7	2
Radiómetro de Crookes	pp.336-337 fig. 380	Calor	Demostración		1
Aparato de Ingenhousz	p.339 fig.382	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Alcolea para el mismo fin	p.339 sin fig.	Calor	Demostración	1	1/2
Lámpara de Davy	241 fig. 385	Calor	Tecnológico	0	1/4
Marmita automática	p.342 fig. 387	Calor	Tecnológico	0	1/3
Aparato de Tyndall: transformación del trabajo en calor	pp.344-345 fig.389	Calor	Demostración	1	1/4
Equivalente mecánico del calor. Ap. De Joule	p.345 fig. 390	Calor	Investigación	1	1/4
Pirheliómetro de Pouillet	p.346 fig. 391	Calor	Medida (radiación/calor)	0	1/3
Eolípila de retroceso	p.347 fig. 392	Calor	Demostración	1	1/3
Caldera (máquina de vapor)	pp.348-352 figs. 393-397	Calor	Tecnológico	0	2 1/4

Máquina de Newcomen	p.349 sin fig.	Calor	Tecnológico	0	1/2
Locomotora de Stephenson	pp.353-354 fig. 398	Calor	Tecnológico	0	1
Máquina [motor] de aire caliente de Laubereau	pp.354-355 figs. 399, 400	Calor	Tecnológico	0	3/4
Motor Lenoir	p.355 sin fig.	Calor	Tecnológico	0	(líneas)
Motor Otto	p.355 sin fig.	Calor	Tecnológico	0	(líneas)
Máquina de vapor Compound de Corliss	p.356 sin fig.	Calor	Tecnológico	0	1/4
Imanes y limaduras de hierro	p.360 fig. 401	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/4
Aguja imantada	p.361 fig. 402	Magnetismo	Demostración	1	1/4
Imant. por influencia (imán y piezas de hierro)	p.362 fig. 403	Magnetismo	Demostración	1	1/4
Aguja de declinación	p.363 sin fig.	Magnetismo	Medida (declinación)	0	1/4
Brújula, aguja de marear	p.364 fig. 404	Magnetismo	Uso no científico	0	1/2
Aguja de inclinación	p.364 fig. 405	Magnetismo	Medida	0	1/3
Imán (haces magnéticos)	p.368 figs. 408, 409	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/4
Balanza Coulomb	pp.374-375, 369 figs. 410, 414	Magnetismo	Investigación/Demostración	3	1 1/4
Péndulo eléctrico	pp.371, 379 figs. 411, 420	Electricidad	Estudio y demostración	2	1/2
Discos de vidrio con mango (electróforos)	p.373 fig. 412	Electricidad	Demostración	1	(líneas)
Aparato de turmalina de Haüy	p.373 fig. 413	Electricidad	Demostración	1	1/4
Hemisferios y esfera [de Cavendish o Biot]	p.375 sin fig.	Electricidad	Demostración	1	1/2
Esfera hueca y plano de prueba	pp.375-376 fig. 415	Electricidad	Demostración	1	(líneas)
Cilindro de tela metálica	pp.375-376 fig. 415	Electricidad	Demostración	1	(líneas)
Conductores metálicos cargados	pp.376-379 figs. 416-420	Electricidad	Estudio y demostración	5	1 1/4
Electróscopo de panes de oro	p.379 fig. 421	Electricidad	Medida (carga)	0	1/2
Máquina eléctrica de Guericke	p.380 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	(líneas)

Electróforo	pp.380-381 fig. 422	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/3
Máquina de Ramsden	pp.381-382 fig. 423	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1
Máquina de Nairne	p.383 fig. 424	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/3
Máquina de Armstrong	pp.383-384 figs. 425, 426	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	2/3
Máquina de Holtz	pp.385-386 fig. 427	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1 1/4
Máquina de Carré	pp.386-387 fig. 428	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	2/3
Máquina de Bertsh	p.388 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	(líneas)
Máquina de Piche	p.388 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	(líneas)
Máquina de Toepler	p.388 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	(líneas)
Condensador eléctrico	pp.389-390 fig. 429	Electricidad	Estudio y demostración	1	3/4
Excitador simple [charnela]	pp.389-390 fig.430	Electricidad	Auxiliar	0	1/4
Condensador de Aepinus	p.390 sin fig.	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/2
Medida del poder inductor (Ap. Faraday)	pp.390-391 fig. 431	Electricidad	Investigación/Medida	0	1/3
Polarización de los dieléctricos	p.391 fig. 432	Electricidad	Demostración	1	1/3
Botella de Leyden	p.392 fig. 433	Electricidad	Estudio y demostración	0	2/3
Batería de jarras eléctricas	p.393 fig. 434	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	2/3
Excitador de mangos de vidrio	p.393 fig. 434	Electricidad	Auxiliar	0	(líneas)
Excitador universal	pp.393, 398 fig. 434	Electricidad	Auxiliar	0	(líneas)
Botella de armaduras móviles de Franklin	p.394 fig. 435	Electricidad	Demostración	0	1/3
Botella electrométrica de Lane	p.394 fig. 436	Electricidad	Medida (carga)	0	1/3
Electróscopo condensador de Volta	p.395 fig. 437	Electricidad	Medida (carga)	0	(líneas)
Huevo eléctrico	p.397 fig. 438	Electricidad	Demostración	1	1/4
Tubo centelleante	pp.397-398 fig. 439	Electricidad	Demostración/Recreativo	0	1/4
Cuadro centelleante	p.398 fig. 440	Electricidad	Demostración/Recreativo	0	1/4

Copa para inflamar el éter	p.398 sin fig.	Electricidad	Demostración	0	1/4
Retrato de Franklin	pp.398-399 sin fig.	Electricidad	Recreativo	0	(líneas)
Mortero eléctrico	p.399 fig. 441	Electricidad	Demostración	1	1/4
Campanario eléctrico	p.399 fig. 442	Electricidad	Demostración	1	1/4
Taladracartas/taladravidrios	p.400 fig.443	Electricidad	Demostración	1	1/4
Molinete eléctrico	p.400 fig. 444	Electricidad	Demostración	1	1/4
Granizo eléctrico	p.401 sin fig.	Electricidad	Demostración/Recreativo	0	(líneas)
Danza eléctrica	p.401 sin fig.	Electricidad	Demostración/Recreativo	0	(líneas)
Pez volador de Franklin	p.401 sin fig.	Electricidad	Demostración/Recreativo	0	(líneas)
Pistolete de Volta	p.401 sin fig.	Electricidad	Demostración	1	1/4
Eudiómetro	p.401 sin fig.	Electricidad	Demostración	0	1/4
Pinzas para la experiencia de Galvani	p.402 fig. 445	Electricidad	Demostración	0	(líneas)
Pila de Volta	pp.403-404 fig. 446	Electricidad	Estudio y demostración	0	1
Pila de Volta de corona	p.404 fig. 448	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/4
Pila de artesa de Cruickshank	pp.405-406 fig. 449	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/4
Pila de Wollaston	p.406 fig. 450	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/4
Pila de Muncke	pp.406-407 fig. 451	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/4
Pila de hélice	p.407 fig. 452	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/4
Pila de Bunsen	p.408 figs. 453, 494, 406-498	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	3/4
Pila de Daniell	p.409 fig. 454	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1
Pila de Marie Davy	pp.410-411 fig. 455	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/2
Pila de bicromato de potasa	p.411 fig.456	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/2
Pila de Leclanché	pp.411-412 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/3

Pila acumulatriz de Planté	p.414 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/2
Pila acumulatriz de Faure	p.414 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/2
Experiencia de Oersted	pp.415-416 fig. 459	Electricidad	Demostración	0	1/4
Multiplicador de Schweiger	pp.416-417 fig. 463	Electricidad	Demostración/Medida	0	1/4
Aguja astática de Nobili	p.417 fig. 464	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/4
Galvanómetro de Nobili	pp.417-418 figs. 465, 470, 496-498	Electricidad	Medida (intensidad)	0	1/4
Aguja de senos	p.418 fig. 466	Electricidad	Medida (intensidad)	0	1/4
Aguja de tangentes	p.419 sin fig.	Electricidad	Medida (intensidad)	0	1/4
Aparato exp. de Seebeck	p.419 fig. 467	Electricidad	Demostración	1	1/4
Pila termoeléctrica de Pouillet	p.420 fig. 468	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/4
Par termoeléctrico de Becquerel	pp.420-421 fig. 469	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/3
Pila de Clamond	p.421 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/2
Polidíscopo de Fontecha	p.422 sin fig.	Electricidad	Tecnológico	0	1/4
Pinza termoeléctrica	p.422 fig. 470	Electricidad	Tecnológico	0	1/4
Mesa de Ampère modif.. por Pouillet	pp.423-429 figs.471-475, 479-483, 485- 488	Electricidad	Demostración	9	3 1/4
Experiencia de Ampère [o Faraday] (rotación de un imán)	pp.430-431 fig. 490	Electricidad	Demostración	1	1/4
Electroimán lastrado	pp.431-432 fig. 491	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/4
Aparato para el diamagnetismo	pp.432-433 figs. 492, 493	Electricidad	Estudio y demostración	2	1/3
Voltámetro	p.434 fig. 494	Electricidad	Demostración/Medida (intensidad)	1	1/4
Inducción por apertura y cierre de corrientes	p.436 fig. 496	Electricidad	Demostración	1	1/4
Inducción por variación de intensidad	pp.436-437 fig. 497	Electricidad	Demostración	1	1/4
Inducción por variación de distancia [bobinas de Faraday]	p.437 fig. 498	Electricidad	Demostración	1	1/4
Disco de Arago (magnetismo de rotación)	p.438 fig. 499	Electricidad	Demostración	1	1/3

Bobina de Ruhmkorff	p.439 fig. 500	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1
Máquina de Pixii	p.441 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	(líneas)
Máquina de Clarke	pp.442-443 figs. 502, 503	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	(líneas)
Máquina de la Alianza de Nollet	pp.443-444 fig. 504	Electricidad	Tecnológico	0	1
Máquina de Gramme	pp.445-446 fig.505	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1
Máquina de Siemens	pp.446-447 figs. 506, 507	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/3
Máquina de Wilde	p.447 sin fig.	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/4
Máquina de Ladd	p.448 fig. 508	Electricidad	Prod. agentes físicos	0	1/2
Máquina de Gramme tipo A	pp.449-450 figs. 509, 510	Electricidad	Tecnológico	0	3/4
Máquina de Brush	pp.450-451 fig. 511	Electricidad	Tecnológico	0	1/4
Reostato de Wheatstone	pp.453-454 figs. 513, 514	Electricidad	Auxiliar	0	2/3
Aparato electromedicinal de Ruhmkorff	pp.459-460 fig. 517	Electricidad	Tecnológico/Usos no científicos	0	1/4
Lámina II: luz eléctrica en gases rarificados: Tubos de Geissler y huevo eléctrico		Electricidad	Demostración	0	(líneas)
Tubo de Geissler :espectros de emisión	p.463-464 fig. 519	Electricidad	Investigación	0	1/4
Planetario eléctrico	p.464 fig. 520	Electricidad	Recreativo	0	1/2
Electromotor de Froment	p.466 fig. 521	Electricidad	Tecnológico	0	1/3
Bomba eléctrica	p.467 fig. 522	Electricidad	Recreativo/demostración	0	(líneas)
Aparato para electrotipia	p.470 fig. 523	Electricidad	Tecnológico	0	1/2
Aparato para el dorado y plateado	pp.471-472 fig.524	Electricidad	Tecnológico	0	1/2
Cable telegráfico	p.475 fig. 525	Electricidad	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo de cuadrante (breguet)	pp.475-478 figs. 526-530	Electricidad	Tecnológico	0	1 1/2
Telégrafo Morse	pp.479-481 figs. 531-534	Electricidad	Tecnológico	0	1
Pantelégrafo Caselli	pp.481-484 figs. 535-538	Electricidad	Tecnológico	0	1 1/2

Telégrafo de Hughes	p.484 sin fig.	Electricidad	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo de Wheatstone	p.484 sin fig.	Electricidad	Tecnológico	0	(líneas)
Telégrafo de Meyer y Baudot	p.484 sin fig.	Electricidad	Tecnológico	0	(líneas)
Telégrafo de Edison	p.484 sin fig.	Electricidad	Tecnológico	0	(líneas)
Lámpara de arco con regulador Serrin	pp.488-489 fig. 539	Electricidad	Tecnológico	0	1
Lámpara de incandescencia Reynier, modelo Ducretet	p.488-489 fig. 540	Electricidad	Tecnológico	0	1/3
Bujía Jablochhoff	p.491 fig. 541	Electricidad	Tecnológico	0	2/3
Lámpara Ladiguine	pp.491-492 fig. 542	Electricidad	Tecnológico	0	1/3
Lámpara Edison	pp.492-493 sin fig.	Electricidad	Tecnológico	0	1/2
Lámparas Swan, Maxim y Lane- Fox	pp.493-494 sin fig.	Electricidad	Tecnológico	0	1/3
Teléfono Bell	pp.496-497 fig. 543	Electricidad	Tecnológico	0	2/3
Micrófono de Gaiffe	pp.501-502 fig. 544	Electricidad	Tecnológico	0	1/2
Fotófono de Bell	pp.502-503 sin fig.	Electricidad	Tecnológico	0	1
Pluviómetro	p.510 fig. 550	Meteorología	Medida (precipitaciones)	0	1/4
Electróscopo para estudiar la electricidad atmosférica	p.514 fig. 554	Meteorología	Medida (carga)	1	(líneas)
Pararrayos	pp.517-518 figs. 555, 556	Meteorología	Uso no científico	0	2/3
Tubos de Geissler	pp.527-529 figs. 558, 559	Electricidad	Demostración	1	3/4

1.5. LOZANO (1911)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER.	PÁGS. totales
Nonius recto	p.17 figs. 2- 3	Propiedades generales	Medida (longitud)	1	1/2
Esferómetro	p.18 fig. 4	Propiedades generales	Medida (curvatura)	1	1/2
Catetómetro	p.18 fig. 5	Propiedades generales	Medida (longitud)	0	1/3
Lluvia de mercurio	p.22 fig. 6	Propiedades generales	Demostración	1	1/3
Piezómetro de Oersted	p.25 fig. 7	Propiedades generales	Demostración	1	1/2
Piezómetro de Regnault	pp.25-26 fig. 8	Propiedades generales	Demostración	0	1/4
Tubo de Mariotte	pp.26-27 fig. 9	Propiedades generales	Demostración	1	1
Elasticidad por tracción	p.38 fig. 11	Propiedades generales	Estudio y demostración	1	3/4
Elasticidad por torsión en hilos	pp.38-39 fig. 13	Propiedades generales	Estudio y demostración	1	1/3
Elasticidad por torsión en barras	p.39 fig. 14	Propiedades generales	Estudio y demostración	1	1/4
Hilera	pp.41-42 fig. 15	Propiedades generales	Uso no científico	0	1/4
Laminador	p.42 fig. 16	Propiedades generales	Uso no científico	0	1/4
Dinamómetro	p.47 fig. 18	Mecánica	Medida (masa)	0	(líneas)
Balanza de resorte	p.47 sin fig.	Mecánica	Medida (masa)	0	1/4
Dinamómetro de Poncelet	pp.47-48 fig. 19	Mecánica	Medida (masa)	0	1/4
Aparato de las fuerzas concurrentes	p.51 fig. 23	Mecánica	Demostración	0	1/2
Aparato de las fuerzas paralelas	p.58 fig. 31	Mecánica	Demostración	1	1/2
Determinación del centro de gravedad	p.65 fig. 36	Mecánica	Estudio y demostración	1	1/2
Péndola ordinaria	p.69 fig. 39	Mecánica	Estudio y demostración / Uso no científico	1	1/4
Muñecos "tentemozos"	p.71 sin fig.	Mecánica	Recreativo	0	(líneas)
Paradoja dinámica	p.71 fig. 40	Mecánica	Demostración / Recreativo	1	1/4

Equilibrista	p.71 sin fig.	Mecánica	Recreativo	0	(líneas)
Balanza de ensayo	p.81-82 figs. 45- 46	Mecánica	Medida (masa)	0	1/4
Balanza de Roberval	pp.83-84 fig. 47	Mecánica	Medida (masa)/ Uso no científico	0	1/2
Romana	pp.84-85 fig. 48	Mecánica	Medida (masa)/ Uso no científico	0	1
Sección de la Báscula	pp.85-86 fig. 49	Mecánica	Medida (masa)/ Uso no científico	0	(líneas)
Báscula	pp.86-87 fig. 50	Mecánica	Medida / Uso no científico	0	3/2
Báscula romana	pp.87-88 fig. 51	Mecánica	Medida / Uso no científico	0	1/4
Polea fija	p.89 fig. 52	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	1	1/2
Cuadro con poleas	p.90 fig. 53	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	1/2
Polea móvil	p.90 fig. 54	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1/2
Torno	p.92 fig. 55	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	1/3
Cabrestante	p.92 fig. 56	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	1/4
Plano inclinado	p.95 fig. 59	Mecánica	Estudio y demostración	1	1/2
Carretón	p.97 fig. 61	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	1/4
Tornillo y tuerca	p.98 fig. 63	Mecánica	Modelo tecnológico / Estudio y demostr.	0	1/2
Cuña	p.99 fig. 64	Mecánica	Modelo tecnológico / Estudio y demostr.	0	1/3
Acción de la cuña	p.99 fig. 65	Mecánica	Modelo tecnológico / Estudio y demostr.	0	(líneas)
Cuchillo triangular	p.102 fig. 67	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/4
Sistema de palancas	p.104 fig. 69	Mecánica	Demostración	1	2/3
Sistemas de poleas	p.106 fig. 70	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	2/3
Engranaje	p.108 fig. 71	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	2/3
Engranaje perpendicular	p.108 fig. 72	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	1/4
Cuerda sin fin	p.109 fig. 73	Mecánica	Demostración	0	1/2
Cric	p.109 fig. 74	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	1/3

Cabria	p.110 fig. 75	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	1/4
Grúa	p.110 fig. 76	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	2/3
Torno diferencial	p.111 fig. 77	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	1/2
Tornillo sin fin	p.112 fig. 78	Mecánica	Demostración/Modelo tecnológico	0	1/4
Tribómetro de Coulomb	p.123 fig. 80	Mecánica	Estudio y demostración	3	3/4
Freno de los vagones	p.126 fig. 82	Mecánica	Tecnológico	0	1/4
Máquina de Atwood	p.137 fig. 85	Mecánica	Estudio y demostración	2	2
Aparato de Morin	p.139 fig. 86	Mecánica	Estudio y demostración	2	1/2
Máquina de Bourbouze	p.139 sin fig.	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/3
Caída en el vacío	p.141 fig. 88	Mecánica	Demostración	1	1/4
Martillo de agua	p.141 fig. 89	Mecánica	Demostración	1	1/4
Aparato de fuerzas centrales y accesorios	pp.148-149 figs. 91-93	Mecánica	Demostración	3	1
Ferrocarril aéreo	p.150 fig. 94	Mecánica	Estudio y demostr. / Uso no científico	0	1/2
Giroscopio	p.152 fig. 95	Mecánica	Demostración	1	1/3
Aparato del movimiento parabólico	p.154 fig. 97	Mecánica	Demostración	1	1/2
Aparato para las leyes del péndulo	p.157 fig. 99	Mecánica	Estudio y demostración	3	1/2
Péndulo de Kater	p.159 fig. 101	Mecánica	Investigación	0	1/2
Péndulo de Repsold	p.161 fig. 102	Mecánica	Investigación	0	1/3
Péndulo de Foucault	p.163 fig. 105	Mecánica	Demostración	1	1
Transmisión no instantánea del movimiento	p.106 fig. 106	Mecánica	Demostración	1	1/4
Transmisión del choque en sólidos	p.167 fig. 107	Mecánica	Demostración	1	1/4
Aparato del choque elástico	p.169 fig. 109	Mecánica	Demostración	1	2/3
Presión en todas direcciones (Principio de Pascal)	p.173 fig. 111	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/2

Principio de Pascal	p.173 fig. 112	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/3
Presión de abajo-arriba	p.175 fig. 114	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/2
Aparato de Haldat	p.176 fig. 116	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Tubos comunicantes	p.178 fig. 117	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Tubo de los cuatro elementos	p.178 fig. 118	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Vasos comunicantes para líquidos turbios	p.179 fig. 119	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/3
Nivel de aire	p.180 fig. 120	Mecánica de fluidos	Uso no científico	0	1/4
Nivel de agua	p.180 fig. 121	Mecánica de fluidos	Uso no científico	0	1/4
Balanza hidrostática	p.182 figs. 122- 123	Mecánica de fluidos	Estudio y demostr. / Medida	2	1
Principio de Arquímedes (flotabilidad)	p.184 fig. 124	Mecánica de fluidos	Demostración	1	(líneas)
Ludión	p.184 fig. 125	Mecánica de fluidos	Recreativo	1	1/2
Picnómetro	p.188 figs. 127- 128	Mecánica de fluidos	Medida (densidad)	1	1/4
Gravímetro de Nicholson	p.188 fig. 129	Mecánica de fluidos	Medida (densidad)	0	1/3
Areómetro de Paquet	p.189 fig. 130	Mecánica de fluidos	Medida (densidad)	0	1/3
Areómetro de Fahrenheit	p.192 fig. 131	Mecánica de fluidos	Medida (densidad)	0	1/4
Pesasales	p.193 fig. 132	Mecánica de fluidos	Medida (densidad)	0	1/4
Areómetro Baumé	p.193 fig. 133	Mecánica de fluidos	Medida (densidad)	0	1/2
Balanza de Mohr	p.195 fig. 134	Mecánica de fluidos	Medida (densidad)	0	2/3
Vasos comunicantes: densidad de un líquido	p.196 fig. 135	Mecánica de fluidos	Medida (densidad)	0	1/4
Probeta con orificio: salida de los líquidos	p.197 fig. 136	Mecánica de fluidos	Demostración	1	(líneas)
Molinete hidráulico	p.198 fig. 137	Mecánica de fluidos	Demostración / Recreativo	1	1/4
Aparato de Charles	p.200 fig. 141	Mecánica de fluidos	Demostración	0	1/4
Flotador de Prony	p.201 fig. 142	Mecánica de fluidos	Demostración	0	1/4

Tubo cilíndrico de conducción (velocidad de salida)	p.204 fig. 145	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	(líneas)
Esferas para medir la velocidad de la corriente	p.205 fig. 146	Mecánica de fluidos	Medida (velocidad)	0	1/3
Molinete de Woltman	p.206 fig. 147	Mecánica de fluidos	Medida (velocidad)	0	1/2
Rueda hidráulica de Poncelet	p.207 fig. 148	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/4
Turbina de Fourneyron	p.207 fig. 149	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/3
Paletas de la turbina de Fourneyron	p.208 fig. 150	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	(líneas)
Globo para pesar el aire	p.211 fig. 151	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Igualdad de presión en todas direcciones	p.212 fig. 152	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Baroscopio	p.213 fig. 153	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Hemisferios de Magdeburgo	p.214 fig. 154	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Rompevejigas	p.215 fig. 155	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/3
Experiencia de Torricelli	p.215 fig. 156	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/3
Barómetro de cubeta	p.216 fig. 157	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/2
Barómetro patrón	p.217 fig. 158	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro de Fortin	p.218 fig. 161	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro de Fortin transportable	p.220 fig. 162	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro de Tonnelot	p.220 sin fig.	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/3
Barómetro de Buntén	p.221 sin fig.	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro de glicerina	p.221 sin fig.	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/2
Barómetro aneroide	p.223 fig. 164	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro de Bourdon	p.223 fig. 166	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Barógrafo	p.224 fig. 167	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Máquina neumática	pp.226-227 figs. 168- 169	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	2/3

Máquina neumática de Salleron	p.228 fig. 171	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/4
Máquina neumática de Bianchi	p.231 fig. 173	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/4
Máquina neumática de Deleuil	p.231 fig. 175	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/3
Máquina neumática de mercurio	p.232 fig. 176	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/2
Trompa de agua	p.232 fig. 177	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/4
Trompa de Sprengel	p.233 fig. 178	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/3
Bomba de inyección (compresión)	p.235 fig. 179	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/4
Manómetro de aire libre	p.235 fig. 180	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Manómetro de aire comprimido	p.235 fig. 181	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Manómetro metálico (Bourdon)	p.236 fig. 182	Mecánica de fluidos	Medida (presión)	0	1/3
Válvulas y tubos de seguridad	p.236 fig. 183	Mecánica de fluidos	Auxiliar	0	1/3
Volumenómetro de Regnault	p.237 fig. 184	Mecánica de fluidos	Medida (volumen)	0	1/2
Globo aerostático	p.239 fig. 185	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1
Bajel para navegación aérea	p.240 fig. 186	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	(líneas)
Fuelle compuesto	p.244 fig. 187	Mecánica de fluidos	Multiuso	0	(líneas)
Soplete de laboratorio	p.245 fig. 188	Mecánica de fluidos	Multiuso	0	(líneas)
Trompa hidráulica	p.245 fig. 189	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/4
Anemómetro de Robinson	p.246 fig. 190	Mecánica de fluidos	Medida (velocidad)	0	1/4
Gasómetro	pp.246- 247 fig. 191- 192	Mecánica de fluidos	Auxiliar	0	3/4
Frasco de Mariotte	p.248 fig. 193	Mecánica de fluidos	Auxiliar	0	2/3
Contador de gas	p.248 figs. 194- 195	Mecánica de fluidos	Uso no científico	0	1/4
Vasos comunicantes capilares	p.251 figs. 196- 197	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Planos de cohesión	p.251 fig. 198	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Planos de cohesión para líquidos	p.252 fig. 199	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4

Vaso de Plateau	p.254 fig. 200, 203	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/2
Aparato para el estudio de cohesión y adherencia de líquidos	p.254 fig. 201	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/4
Vaso comunicante con tubo capilar	p.255 fig. 205	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Menisco en láminas paralelas	p.256 figs. 208- 209	Mecánica de fluidos	Demostración	0	1/4
Láminas de Hauksbee	p.256 fig. 210	Mecánica de fluidos	Demostración	1	(líneas)
Aparato de tubos capilares	p.256 fig. 211	Mecánica de fluidos	Demostración	0	1/4
Esferas de corcho: atracción de cuerpos flotantes	p.258 fig. 214	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	3	1/4
Endosmómetro de Dutrochet	p.259 fig. 215	Mecánica de fluidos	Medida	0	1/4
Dializador	p.260 fig. 216	Mecánica de fluidos	Demostración	0	1/4
Bomba aspirante	pp.263-265 figs. 217- 218	Mecánica de fluidos	Modelo tecnológico	0	1/3
Bomba impelente	p.265 fig. 219	Mecánica de fluidos	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba aspirante impelente	p.266 fig. 220	Mecánica de fluidos	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba de incendios	p.266 fig. 221	Mecánica de fluidos	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba centrífuga	p.267 fig. 222	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/2
Ariete hidráulico	p.268 fig. 223	Mecánica de fluidos	Modelo tecnológico	0	1/2
Prensa hidráulica	p.268 fig. 224	Mecánica de fluidos	Modelo tecnológico	0	1/2
Ascensor hidráulico	p.270 fig. 225	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/2
Pipeta (catavinos)	p.271 fig. 226	Mecánica de fluidos	Uso no científico	0	1/4
Pulverizador	p.271 fig. 227	Mecánica de fluidos	Uso no científico	0	1/4
Fuente intermitente	p.272 fig. 228	Mecánica de fluidos	Demostración / Recreativo	0	1/3
Fuente de Rave	p.272 fig. 229	Mecánica de fluidos	Demostración / Recreativo	0	1/4
Sifón	p.273 fig. 230	Mecánica de fluidos	Auxiliar	0	1/4
Vasos de Tántalo	p.273 fig. 231	Mecánica de fluidos	Recreativo	0	1/4

Fuente en el vacío	p.274 fig. 232	Mecánica de fluidos	Demostración	0	1/4
Fuente de compresión	p.274 fig. 233	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/4
Molinete hidráulico	p.275 fig. 234	Mecánica de fluidos	Demostración	0	1/4
Fuente de Herón	p.275 figs. 235- 236	Mecánica de fluidos	Demostración / Recreativo	0	1/4
Frasco lavador	p.275 fig. 237	Mecánica de fluidos	Multiuso	0	(líneas)
Péndulo y campana	p.290 fig. 248	Acústica	Demostración	1	1/4
Transmisión del sonido en los gases/vacío	p.291 fig. 249	Acústica	Demostración	1	1/4
Diapasón en caja de resonancia	p.292 fig. 250	Acústica	Estudio y demostración	1	1/4
Espejos cóncavos (ustorios)	p.298 fig. 251	Acústica	Demostración	1	1/4
Sirena de Cagniard-Latour	p.303 fig. 252	Acústica	Medida (frecuencia)	0	1/2
Fuelle acústico	p.304 fig. 253	Acústica	Auxiliar	0	1/4
Sirena de Helmholtz	p.305 fig. 254	Acústica	Medida (frecuencia)	0	1/3
VibroscoPIO de Duhamel	p.306 fig. 255	Acústica	Medida (frecuencia)	0	1
Fonógrafo	p.307-308 figs. 256- 257	Acústica	Tecnológico	0	1
Fonógrafo perfeccionado	p.309 fig. 258	Acústica	Tecnológico	0	3/2
Esfígmógrafo	p.310 fig. 259	Acústica	Tecnológico	0	1/3
Sonómetro	p.314 fig. 262	Acústica	Estudio y demostración	1	1
Diapasón	p.317 fig. 263	Acústica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Placas vibrantes (Chladni)	pp.318-319 fig. 265-267	Acústica	Estudio y demostración	2	3/4
Timbre y resonador acústico (Savart)	p.320 fig. 269	Acústica	Estudio y demostración	1	1/3
Tubos sonoros de bisel y lengüeta	pp.321 figs. 270- 271	Acústica	Demostración	0	1/2
Tubos sonoros con llamas manométricas	pp.322-323, 325 figs. 272- 273, 275	Acústica	Estudio y demostración	3	1
Rueda dentada de Savart	p.303 sin fig.	Acústica	Medida (frecuencia)	0	1/3

Fonoautógrafo	p.306 sin fig.	Acústica	Estudio y demostración	0	1/2
Armónica química	p.324 fig. 274	Acústica	Demostración	1	1/2
Aparato de Koenig (interferencias)	p.326 fig. 277	Acústica	Estudio y demostración	1	1/4
Probeta y diapason (resonancia)	p.331 fig. 283	Acústica	Demostración	1	1/3
Resonador de Helmholtz	p.331 fig. 284	Acústica	Demostración	1	1/3
Analizador de Koenig	p.332 fig. 285	Acústica	Estudio y demostración	0	1/3
Bocina	p.332 sin fig.	Acústica	Uso no científico	0	1/4
Trompetilla acústica	p.332 sin fig.	Acústica	Uso no científico	0	(líneas)
Estetoscopio de Koenig	p.339 fig. 289	Acústica	Tecnológico	0	1/3
Anillo de s'Gravesande	p.341 fig. 290	Termología	Demostración	1	1/3
Ap. de Tommasi: potencia de la dilatación	p.341 fig. 291	Termología	Demostración	1	1/4
Termómetro ordinario	p.343 fig. 292	Termología	Medida (temperatura)	0	1/2
Aparato para fijar el 0 del termómetro	p.344 fig. 294	Termología	Auxiliar	0	1/4
Aparato para fijar el 100 del termómetro	p.344 fig. 295	Termología	Auxiliar	0	1/4
Termómetro de máxima de Negretti	346 fig. 296	Termología	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro de mínima de Rutherford	346 fig. 297	Termología	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro diferencial de Leslie	p.347 fig. 298	Termología	Investigación	0	1/4
Termoscopio de Rumford	p.347 sin fig.	Termología	Medida (temperatura)	0	1/4
Pirómetro de Wedgwood	p.347 fig. 299	Termología	Medida (temperatura) / Tecnológico	0	1/4
Pirómetro de Brongniart (cuadrante)	p.347 fig. 300	Termología	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro inscriptor de Richard	p.348 fig. 301	Termología	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro de Breguet	p.349 fig. 302	Termología	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro de Lambrecht	p.350 sin fig.	Termología	Medida (temperatura)	0	1/4

Termómetro de Walferdin	p.351 sin fig.	Termología	Medida (temperatura)	0	(líneas)
Termómetro de Milne-Edwards	p.351 sin fig.	Termología	Medida (temperatura)	0	(líneas)
Aparato de Lavoisier: dilatación lineal	pp.351-352 figs. 303- 304	Termología	Investigación	1	3/4
Aparato de Ramsden: dilatación lineal	p.352 fig. 305	Termología	Investigación	0	1/4
Ap. de Dulong y Petit: dilat. del mercurio	p.356 fig. 306	Termología	Investigación	0	1/2
Termómetro de peso	p.355 fig. 307	Termología	Investigación	0	1/4
Aparato de Hope (máx. dens. del agua)	p.359 fig. 308	Termología	Demostración	1	3/4
Ap. Gay-Lussac: dilatación de los gases	p.361 fig. 309	Termología	Investigación	1	1/2
Ap. Regnault: dilatación de los gases	p.362 fig. 310	Termología	Investigación	1	1/2
Ap. para el coeficiente de dilatación	p.362 fig. 311	Termología	Investigación	0	1/4
Termómetro de aire	p.364 fig. 312	Termología	Medida (temperatura)	1	1/2
Torta de cera (calor esp. en sólidos)	p.367 fig. 313	Termología	Demostración	1	1/2
Calorímetro	p.368 fig. 314	Termología	Medida	1	3/4
Baño para calentar los cuerpos	p.368 fig. 315	Termología	Auxiliar	0	(líneas)
Calorímetro de Regnault	p.369 fig. 316	Termología	Investigación	0	1/2
Calorímetro de Berthelot	p. 369 sin fig.	Termología	Medida (calor)	0	1/4
Calorímetro de Lavoisier	p.370 fig. 317	Termología	Medida (calor)	1	1/3
Calorímetro (método del enfriamiento)	p.371 fig. 318	Termología	Medida (calor)	1	1/3
Calorímetro (calor esp. de los líquidos)	p.372 fig. 319	Termología	Investigación	0	1/4
Calorímetro de Favre y Silbermann	p.373 fig. 320	Termología	Medida (calor)	0	2/3
Calorímetro de Jamin	p.373 sin fig.	Termología	Medida (calor)	0	1/3
Calorímetro de Bunsen	p.374 sin fig.	Termología	Medida (calor)	0	1/3
Medida del calor específico de los gases	p.374 fig. 321	Termología	Investigación	0	1/2
Aparato de Joule (equivalente mecánico)	p.381 fig. 322	Termología	Investigación	0	1/3

del calor)					
Aparato de Puluj (equivalente mecánico del calor)	p.382 fig. 323	Termología	Investigación	0	1/3
Aparato de Hirn (equivalente mecánico del calor)	p.383 fig. 324	Termología	Demostración	0	1/3
Fusión del hielo a grandes presiones	p.392 fig. 331	Termología	Demostración	1	1/4
Heladora	p.395 fig. 332	Termología	Uso no científico	0	1/3
Calor de vaporización	p.399 fig. 333	Termología	Medida (calor)	0	1/4
Calorímetro de Berthelot	p.400 fig. 334	Termología	Medida (calor)	0	1/2
Marmita de Papin	p.401 fig. 335	Termología	Tecnológico / Demostración	0	1/4
Hipsómetro	p.401 fig. 336	Termología	Medida (longitud)	0	1/4
Alambique (Salleron)	p.401 fig. 337	Termología	Uso no científico	0	1/4
Pulsómetro de Franklin	p.402 fig. 338	Termología	Demostración	0	(líneas)
Experiencia de Leslie (vaporización)	p.402 fig. 339	Termología	Demostración	0	1/3
Aparato de Carré: congelación	p.403 fig. 340	Termología	Tecnológico	0	1/4
Aparato de Carré para fabricar hielo	p.403 fig. 341	Termología	Tecnológico	0	1/4
Aparato de Donny	p.404 fig. 342	Termología	Demostración	1	1/4
Tubos de Gernez	p.405 fig. 344	Termología	Demostración	1	(líneas)
Aparato de Boutigny	pp.405-406 figs. 345-348	Termología	Estudio y demostración	4	1 1/4
Explosión de calderas de vapor	p.407 fig. 349	Termología	Demostración	1	1/4
Alambique ordinario	p.408 fig. 350	Termología	Uso no científico	0	1/4
Aparato destilatorio	p.408 fig. 351	Termología	Auxiliar	0	1/4
Baño María	p.408 sin fig.	Termología	Auxiliar	0	(líneas)
Destilación del ácido sulfúrico	p.409 fig. 352	Termología	Auxiliar	0	1/4
Formación de vapores en el vacío	p.410 fig. 353	Termología	Demostración	1	1/4

Barómetro de cubeta profunda (fuerza elástica del vapor)	p.410 figs. 354- 355	Termología	Demostración	1	1/4
Ap. [de Gay-Lussac]: tensión de vapor $t^a < 0^{\circ} \text{C}$	p.412 fig. 356	Termología	Medida (presión)	0	1/4
Cubeta-barómetro: tensión de vapor $0 < t^a < 100^{\circ} \text{C}$	p.413 fig. 357	Termología	Medida (presión)	0	1/4
Ap. de Regnault: tensión del vapor $0 < t^a < 100^{\circ} \text{C}$	p.413 fig. 358	Termología	Medida (presión)	0	1/4
Ap. de Regnault: tensión de vapor $t^a > 100^{\circ} \text{C}$	p.414 fig. 359	Termología	Medida (presión)	0	1/4
Ap. para licuar gases	p.415 fig. 360	Termología	Investigación	1	1/4
Frigorífico de Vincent	p.416 fig. 361	Termología	Investigación	0	1/4
Ap. de Thilorier para licuar gases por compresión	p.416 sin fig.	Termología	Investigación	0	1/4
Ap. para congelar el gas carbónico	p.416 fig. 362	Termología	Auxiliar	0	1/3
Aparato de Cailletet (para licuar gases)	p.417 fig. 363	Termología	Investigación	0	1/3
Tubos de Natterer	p.418 fig. 364	Termología	Demostración	2	1/4
Ap. de Gay-L.: tensión de una mezcla de vapores y gases	p.423 fig. 366	Termología	Medida (presión)	0	1/3
Ap. de Gay-L.: densidad de un vapor	p.423 fig. 367	Termología	Medida (presión)	0	1/3
Ap. de Dumas: densidad de un vapor	p.425 fig. 368	Termología	Medida (densidad)	0	1/4
Ap. de Meyer: densidad de un vapor	p.425 fig. 369	Termología	Medida (densidad)	0	1/3
Higroscopio (figura de monje)	p.427 sin fig.	Higrometría	Recreativo / Uso no científico	0	1/4
Higrómetro de cabello (Saussure)	p.427 fig. 370	Higrometría	Medida (humedad)	0	1/2
Higrómetro de Daniell	p.428 fig. 371	Higrometría	Medida (humedad)	0	2/3
Higrómetro de Regnault	p.429 fig. 372	Higrometría	Medida (humedad)	0	1/4
Higrómetro de Alluard	p.429 fig. 373	Higrometría	Medida (humedad)	0	1/4
Higrómetro de Crova	p.430 sin fig.	Higrometría	Medida (humedad)	0	1/2
Psicrómetro de August	p.430 fig. 374	Higrometría	Medida (humedad)	0	1

Aparato de Despretz	p.433 fig. 375	Termología	Estudio y demostración	1	1/4
Aparato de Ingenhousz	p.433 fig. 376	Termología	Demostración	1	1/3
Ap. para estudiar conductibilidad en cristales	p.434 fig. 377	Termología	Estudio y demostración	1	1/3
Ap. para corrientes de convección	p.435 fig. 378	Termología	Demostración	1	1/3
Conductibilidad del agua	p.435 fig. 379	Termología	Demostración	1	1/4
Conductibilidad del hidrógeno	p.436 fig. 380	Termología	Demostración	1	1/3
Eslabón neumático	p.439 fig. 381	Termología	Demostración	1	1/4
Aparato de Tyndall	p.440 fig. 382	Termología	Demostración	1	1/3
Calorímetro: calor de combustión	p.442 fig. 384	Termología	Medida (calor)	0	1/4
Pirheliómetro de Pouillet	p.445 fig. 385	Termología	Medida (calor)	0	1/4
Actinómetro de Violle	p.446 fig. 386	Termología	Medida (radiación)	0	1/3
Pirheliómetro de compensación	p.448 fig. 387	Termología	Medida (radiación)	0	1/4
Máquina de vapor de Newcomen	p.452 fig. 388	Termología	Tecnológico	0	1/4
Caldera de máquina de vapor fija	p.454 fig. 389	Termología	Tecnológico	0	1/3
Distribución y cilindro de máquina de vapor	p.454 fig. 390	Termología	Tecnológico	0	1/4
Modelo de máquina de Watt	p.455 fig. 391	Termología	Modelo tecnológico	0	1/4
Modelo articulado de máquina de Watt	p.455 fig. 392	Termología	Modelo didáctico	0	1/4
Locomotora de vapor	p.456 figs. 393- 394	Termología	Tecnológico	0	2/3
Motor de gas Lenoir	p.458 fig. 395	Termología	Tecnológico	0	1/4
Aparato de Fizeau: velocidad de la luz	pp.465-466 figs. 400- 401	Óptica	Investigación	1	1/2
Fotómetro de Rumford	p.470 fig. 403	Óptica	Medida (intensidad luminosa)	0	1/3
Fotómetro de Bouguer	p.471 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad luminosa)	0	(líneas)
Fotómetro de Wheatstone	p.471 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad luminosa)	0	(líneas)

Fotómetro de Bunsen	p.471 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad luminosa)	0	1/4
Aparato de Silbermann (reflexión y refracción)	p.474, 494 figs. 404, 420	Óptica	Demostración	2	2/3
Espejos	p.475, 478, 480-491 figs. 409, 411-418	Óptica	Estudio y demostración	0	6
Kaleidoscopio	p.480 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/4
Espejos de anamorfosis	p.492 fig. 419	Óptica	Recreativo	0	1/3
Prismas	p.501 fig. 426	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Prisma de ángulo variable	p.503 fig. 428	Óptica	Estudio y demostración	1	1/2
Prisma para cambiar la dirección de los rayos	p.504 fig. 429	Óptica	Estudio y demostración	1	1/3
Goniómetro de Babinet	p.505 fig. 430	Óptica	Medida	0	1/3
Lentes convergentes y divergentes	pp.507-513 figs. 432-442	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Lente de Fresnel	p.514 fig. 443	Óptica	Tecnológico	0	1/2
Lentes cilíndricas	p.515 sin fig.	Óptica	Estudio y demostración	0	3/4
Disco de Newton	p.521 fig. 446	Óptica	Demostración	1	1/3
Prisma invertido (recomposición de la luz)	p.521 fig. 447	Óptica	Demostración	1	1/4
Fosforoscopio	p.526 fig. 449	Óptica	Medida (intensidad luminosa)	0	1/3
Ocular fluorescente	p.528 fig. 452	Óptica	Investigación	1	1/4
Prisma acromático (Dollond)	p.530 fig. 453	Óptica	Demostración	0	1/2
Lente acromática	p.531 fig. 454	Óptica	Demostración	0	1/2
Microscopio simple (Nachet)	p.533 fig. 455	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Microscopio simple (Nachet)	p.533 fig. 456	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Anteojo astronómico	p.536 fig. 460	Óptica	Investigación		1/2
Microscopio compuesto (Nachet)	p.538 fig. 461	Óptica	Estudio y demostración / Investigación	0	2/3

Microscopio compuesto (Nachet)	p.538 fig. 462	Óptica	Estudio y demostración / Investigación	0	1/4
Microtomo	p.541 fig. 464	Óptica	Auxiliar	0	1/4
Anteojo astronómico	p.467 fig. 467	Óptica	Investigación	0	1/3
Anteojo terrestre	p.544 fig. 468	Óptica	Uso no científico	0	1/3
Anteojo de Galileo	p.545 fig. 469	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Telescopio de Newton	p.545 sin fig.	Óptica	Investigación	0	1/4
Telescopio de Gregory	p.545 sin fig.	Óptica	Demostración	0	1/4
Telescopio de Herschel	p.546 sin fig.	Óptica	Investigación	0	1/4
Telescopio de Henry	p.546 sin fig.	Óptica	Investigación	0	1/4
Cámara oscura	p.546 sin fig.	Óptica	Demostración	0	1/3
Cámara lúcida	p.547 sin fig.	Óptica	Uso no científico	0	(líneas)
Linterna mágica	p.547 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/4
Fantasmagoría	p.547 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/3
Cinematógrafo	p.548 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/3
Fenakistocopio	p.548 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	(líneas)
Microscopio solar	p.548 fig. 470	Óptica	Recreativo	0	1/4
Heliostato de Fahrenheit	p.549 fig. 471	Óptica	Auxiliar	0	1/2
Heliostato de Foucault	p.550 fig. 472	Óptica	Auxiliar	0	1/3
Linterna de Duboscq, lentes y prisma	p.551 fig. 473	Óptica	Auxiliar	0	1/3
Modelo de lámpara de arco	p.552 fig. 474	Óptica	Modelo tecnológico	0	1/3
Sistema de proyecciones	p.553 fig. 476	Óptica	Auxiliar	0	1/4
Estereoscopio	p.557 figs. 480- 481	Óptica	Recreativo	0	1/4
Oftalmoscopio	p.561 fig. 482	Óptica	Tecnológico	0	1/4

Aparato de Melloni (calor radiante)	pp.562, 565-566 figs. 483, 485, 487	Óptica	Estudio y demostración	3	3/4
Bolómetro	563 fig. 484	Óptica	Medida (radiación)	0	1/4
Actinómetro	p.563 sin fig.	Óptica	Medida (radiación)	0	1/3
Reflexión del calor en el vacío	p.566 fig. 486	Óptica	Demostración	1	1/3
Identidad de potencia absorbente y emisiva	p.568 fig. 488	Óptica	Demostración	1	1/3
Aparato de Leslie (radiación calorífica)	p.568 fig. 489	Óptica	Estudio y demostración	1	1/4
Radiómetro	p.569 fig. 490	Óptica	Demostración	0	1/3
Aparato de Tyndall: diatermancia de gases	p.572 fig. 491	Óptica	Demostración	1	2/3
Espectroscopio ordinario (Bunsen)	p.577 fig. 494	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Espectroscopio vertical de Duboscq	p.578 fig. 496	Óptica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Cámara fotográfica	p.584 fig. 497	Óptica	Tecnológico	0	1/4
Daguerrotipo	p.585 sin fig.	Óptica	Tecnológico	0	1/3
Chasis fotográfico	p.587 fig. 498	Óptica	Auxiliar	0	1/4
Prensa para positivas	p.588 fig. 499	Óptica	Auxiliar	0	1/2
Equipo de radiografía	p.592 fig. 500	Óptica	Investigación	0	1/3
Anillos de Newton	p.599 fig. 504	Óptica física	Demostración	1	3/2
Retículas de difracción [redes]	p.602 fig. 507	Óptica física	Demostración	1	3/4
Polariscopio de Norremberg	p.606 fig. 509	Óptica física	Estudio y demostración	0	1/3
Cristal de espato de Islandia	p.607 fig. 510	Óptica física	Demostración	0	(líneas)
Aparato de Jamin: doble refracción	p.609 fig. 514	Óptica física	Investigación	0	(líneas)
Pinzas de turmalina	p.614 fig. 520	Óptica física	Estudio y demostración	1	1/3
Prisma de Nicol	p.614 fig. 522	Óptica física	Estudio y demostración	0	1/2
Sacarímetro de Laurent (Pellin-Duboscq)	p.619 fig. 526	Óptica física	Medida (concentración de azúcar)	0	1

Sección del sacarímetro de Laurent	p.620 fig. 527	Óptica física	Medida (concentración de azúcar)	0	1/3
Polaristrobómetros	p.620 sin fig.	Óptica física	Investigación	0	1/3
Péndulo eléctrico	p.II-2 fig. 1	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/2
Discos aislados	p.II-3 fig. 2	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Balanza de Coulomb	p.II-8 fig. 3	Electrostática	Investigación	2	3/2
Esfera y hemisferios aislados	p.II-10 fig. 4	Electrostática	Estudio y demostración	0	1/4
Manga de Faraday (cazamariposas)	p.II-10 fig. 5	Electrostática	Demostración	0	1/4
Propiedad de las puntas	p.II-12 fig. 6	Electrostática	Demostración	2	1/3
Molinete eléctrico	p.II-12 fig. 7	Electrostática	Demostración	1	1/4
Aislador de Mascart	p.II-13 fig. 8	Electrostática	Auxiliar	0	1/3
Aparato para la descarga en el vacío	p.II-13 fig. 9	Electrostática	Demostración	0	1/4
Cilindro metálico (Inducción electrostática)	p.II-21 fig. 11	Electrostática	Estudio y demostración	4	1/3
Vaso aislado y electroscopio de panes de oro (inducción interna)	p.II-25 fig. 15	Electrostática	Estudio y demostración	1	3/4
Jaula de Faraday	p.II-26 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	1/3
Electroscopio de panes de oro	p.II-27 fig. 16	Electrostática	Medida (carga)	0	1/3
Electrómetro de Hankel	p.II-28 fig. 17	Electrostática	Medida (carga)	0	1/3
Electrómetro de Branly	p.II-28 fig. 18	Electrostática	Medida (carga)	0	1/3
Anteojo con escala	p.II-29 fig. 19	Electrostática	Auxiliar	0	(líneas)
Electrómetro de Thomson	p.II-30 fig. 21	Electrostática	Medida (carga)	0	1/3
Condensador de Aepinus	p.II-35 fig. 22	Electrostática	Estudio y demostración	0	1
Botella de Leyden de armaduras móviles	p.II-36 fig. 23	Electrostática	Demostración	1	1/3
Botella de Leyden	p.II-37 fig. 24	Electrostática	Estudio y demostración	0	1/4
Batería eléctrica de bocales	p.II-37 fig. 25	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/4

Excitador de mangos de vidrio	p.II-37 fig. 25	Electrostática	Auxiliar	0	(líneas)
Excitador universal	p.II-37 fig. 25	Electrostática	Estudio y demostración	0	(líneas)
Botella de repique	p.II-38 fig. 26	Electrostática	Demostración	1	(líneas)
Electrómetro condensador	p.II-38 sin fig.	Electrostática	Medida (carga)	0	1/4
Máquina de Ramsden	p.II-43 fig. 28	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/2
Botella electrométrica de Lane	p.II-45 fig. 29	Electrostática	Medida (carga)	1	1/3
Máquina de Van Marum	p.II-45 sin fig.	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Máquina de Nairne	p.II-45 sin fig.	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Máquina de Winter	p.II-45 fig. 30	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/4
Electróforo	p.II-46 fig. 31	Electrostática	Demostración	0	3/4
Reproductor de Thomson	p.II-47 fig. 32	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/3
Máquina de Holtz	p.II-48 fig. 33	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	3/2
Máquina de Wimshurst	p.II-50 fig. 35	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1,25
Máquina de Carré	p.II-52 fig. 37	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/4
Repique o campanario eléctrico	p.II-53 fig. 38	Electrostática	Demostración	1	1/4
Danza eléctrica	p.II-53 sin fig.	Electrostática	Demostración / Recreativo	1	1/4
Granizo eléctrico	p.II-53 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	(líneas)
Taladracartas	p.II-53 fig. 39	Electrostática	Demostración	1	1/3
Mortero eléctrico	p.II-53 fig. 40	Electrostática	Demostración	1	1/4
Portarretratos de Franklin	p.II-54 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	1/4
Termómetro eléctrico de Riess	p.II-54 fig. 41	Electrostática	Medida	1	1/3
Huevo eléctrico	p.II-55 fig. 42	Electrostática	Demostración	1	1/4
Tubo de Geissler	p.II-55 fig. 43	Electrostática	Demostración	0	1/4
Tubo de Holtz	p.II-56 fig. 44	Electrostática	Demostración	0	1/4

Tubo centelleante	p.II-56 fig. 45	Electrostática	Demostración	0	(líneas)
Tubos de Crookes	pp.II-57-58, 177 figs. 46-51, 149	Electrostática	Demostración	0	2 1/3
Aparato de Rayos X	p.II-59 fig. 53	Electrostática	Investigación	0	(líneas)
Tubo focus	pp.II-60-61 figs. 54- 55	Electrostática	Demostración	0	1
Pistola de Volta	p.II-63 fig. 57	Electrostática	Demostración	0	1/4
Excitador universal de Mascart	p.II-64 fig. 58	Electrostática	Estudio y demostración	0	1/4
Pararrayos	p.II-65 sin fig.	Electrostática	Uso no científico	0	1/4
Electrómetro de Palmieri	p.II-65 fig. 59	Electrostática	Medida (carga)	0	1/4
Experiencia de Galvani (pinzas)	p.II-70, fig. 60	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Par voltaico	p.II-70 fig. 61	Electrodinámica	Demostración	0	(líneas)
Pila de Volta	p.II-70 fig. 62	Electrodinámica	Demostración	0	1/2
Generador electroquímico	p.II-72 fig. 63	Electrodinámica	Demostración	0	1/3
Pila de artesa	p.II-75 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de corona	p.II-75 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de Wollaston	p.II-75 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de Daniell	p.II-76 fig. 66	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	3/4
Pila de Minotto	p.II-77 fig. 67	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Bunsen	p.II-77 fig. 68	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Grove	p.II-78 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de sulfato de mercurio	p.II-78 fig. 69	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Grenet (bicromato)	p.II-79 fig. 71	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de bicromato potásico	p.II-80 fig. 72	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Leclanché	p.II-80 fig. 73	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/3

Pila de Maiche	p.II-80 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/3
Pila de sal común	p.II-81 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Zamboni	p.II-81 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Aparato de Seebeck	p.II-83 fig. 74	Electrodinámica	Demostración	0	1/3
Pila termoeléctrica de Nobili	p.II-87 fig. 75	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/4
Pila de Marcus	p.II-87 sin fig.	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Pila de Clamond	p.II-87 sin fig.	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Pila de Noé	p.II-87 fig. 77	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/3
Termómetro termoeléctrico para las altas regiones	p.II-89 fig. 78	Electrodinámica	Medida / Investigación	0	1/3
Aparato de Gore	p.II-91 fig. 79	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Galvanómetro diferenciad de Nobili	p.II-102 fig. 80	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/4
Galvanómetro de imán móvil	p.II-103 fig. 81	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/3
Galvanómetro de Bourbouze	p.II-104 fig. 82	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	(líneas)
Brújula de senos y tangentes	p.II-105 fig. 83	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/3
Brújula de Weber	p.II-105 fig. 84	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/3
Galvanómetro de Thomson	p.II-106 fig. 85	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/3
Galvanómetro de Arsonval	p.II-107 fig. 86	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	2/3
Amperómetro de Desprez	p.II-108 fig. 87	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/4
Amperómetro de Desprez y Carpentier	p.II-108 fig. 88	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/4
Amperímetro de dilatación	p.II-109 fig. 89	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/4
Contador de electricidad	p.II-110 sin fig.	Electrodinámica	Uso no científico	0	1/4
Conmutador de Bertin	p.II-110 fig. 90	Electrodinámica	Auxiliar	0	1/3
Conmutador de resortes	p.II-111 fig. 91	Electrodinámica	Auxiliar	0	(líneas)

Interruptor de clavija	p.II-111 fig. 92	Electrodinámica	Auxiliar	0	(líneas)
Conmutador de Ruhmkorff	p.II-111 fig. 93	Electrodinámica	Auxiliar	0	1/3
Caja de resistencias	p.II-111 fig. 94	Electrodinámica	Auxiliar	0	1/4
Reostato de Wheatstone	p.II-112 fig. 95	Electrodinámica	Auxiliar	0	1/3
Puente de Wheatstone	p.II-112 fig. 98	Electrodinámica	Medida (resistencia)	0	1
Puente de Kohlrausch	p.II-116 fig. 101	Electrodinámica	Medida (resistencia)	0	1/3
Patrón de fuerza electromotriz	p.II-117 fig. 103	Electrodinámica	Auxiliar	0	1/3
Pila de Branly	p.II-118 fig. 104	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Aparato de Peltier	p.II-121 fig. 105	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Arco voltaico	p.II-123 fig. 106	Electrodinámica	Modelo tecnológico	0	1/3
Lámpara de arco con regulador	pp.II-123, 229 figs. 107, 198	Electrodinámica	Tecnológico	0	2/3
Bujía de Jablochhoff	p.II-125 fig. 108	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/3
Lámpara de incandescencia	p.II-125 fig. 109	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/3
Hornillo eléctrico	p.II-126 fig. 110	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/3
Voltámetro	p.II-127 fig. 112	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/2
Voltámetro de Bertin	p.II-127 fig. 113	Electrodinámica	Medida (intensidad)	0	1/4
Contador de electr. de Edison	p.II-133 sin fig	Electrodinámica	Uso no científico	0	1/3
Contador de electr. de Mier	p.II-133 sin fig	Electrodinámica	Uso no científico	0	1/3
Acumulador de Planté	p.II-139 fig. 116	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Batería de acumuladores	p.II-140 fig. 117	Electrodinámica	Uso no científico	0	1
Electrómetro electrocapilar	p.II-142 fig. 118	Electrodinámica	Investigación	0	1/2
Motor electrocapilar de Lippmann	p.II-143 fig. 119	Electrodinámica	Investigación	0	1/2
Aparatos para galvanoplastia	p.II-145 figs. 120- 121	Electrodinámica	Tecnológico	0	1 1/2
Flotador con un solenoide móvil (Sr.	p.II-148 fig. 124	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/3

Rave)					
Mesa de Ampere modificada por Bertin [Pouillet]	pp.II-149-152 fig. 125-130	Electrodinámica	Demostración	3	1 1/4
Rotación de un circuito cerrado	p.II-153 fig. 132	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Circuito astático	p.II-153 fig. 133	Electrodinámica	Demostración	0	1/3
Solenoides móviles	p.II-154 fig. 134	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Piedra imán con armadura	p.II-155 fig. 135	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/4
Balanza magnética	p.II-156 fig. 136	Electrodinámica	Investigación	0	1/3
Imán de Jamin	p.II-167 fig. 142	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/4
Electrodinamómetro de Weber	p.II-168 fig. 143	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/4
Electrodinamómetro de Siemens y Halske	p.II-168 fig. 144	Electrodinámica	Medida (corriente)	0	1/4
Brújula de declinación	p.II-171 fig. 146	Electrodinámica	Medida (declinación)	0	1/3
Brújula de inclinación	p.II-172 fig. 147	Electrodinámica	Medida (campo magnético)	0	1/3
Electroimán para estudiar el diamagnetismo	p.II-174 fig. 148	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/3
Brújula (aguja de marear)	p.II-178 sin fig.	Electrodinámica	Uso no científico	0	1/3
Rotación de corrientes por los imanes	p.II-178 fig. 150	Electrodinámica	Demostración	1	1/4
Rotación producida por un solenoide	p.II-178 fig. 151	Electrodinámica	Demostración	1	(líneas)
Rotación del arco voltaico	p.II-178 fig. 152	Electrodinámica	Demostración	1	(líneas)
Rueda de Barlow	p.II-179 fig. 153	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Rotación de líquidos por los imanes	p.II-180 fig. 154	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Bobina de inducción de Faraday	p.II-182 fig. 155	Electrodinámica	Demostración	1	1/2
Aparato de Arago (inducción en disco giratorio)	p.II-185 fig. 159	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Inducción de las masas metálicas	p.II-186 fig. 160	Electrodinámica	Demostración	1	1/4
Aparato de Foucault (equivalente mecánico del calor)	p.II-187 fig. 161	Electrodinámica	Investigación	1	1/3

Carrete de Ruhmkorff	p.II-190 fig. 163	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Carrete de Ruhmkorff con conmutador de Bertin	p.II-192 fig. 164	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Transformador de Tesla	p.II-194 fig. 166	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Transformador de Tesla sin baño aislador [Elster y Geitel]	pp.II-195-196, 199-200 figs. 167-170	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	3	1
Vibrador de Hertz	p.II-201 fig. 171	Electrodinámica	Investigación	2	1
Aparato de las ondas eléctricas Ducretet	p.II-202 fig. 172	Electrodinámica	Estudio y demostración	1	2/3
Magnetos de Pixii	p.II-207 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Máquina de Clarke	p.II-207 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Máquina de Gramme	p.II-208 fig. 177	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Dinamo de Gramme industrial	p.II-212 fig. 183	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/3
Dinamo de Siemens	p.II-213 fig. 184	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/3
Alternador de Siemens	p.II-216 fig. 186	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/2
Alternador de anillo de Gramme	p.II-216 fig. 187	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/2
Alternador de corona Siemens y Wilde	p.II-217 fig. 188	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/3
Electromotor de Froment	p.II-219 fig. 189	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/2
Electromotor de Corredera de Bourbouze	p.II-220 fig. 190	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/2
Dinamomotor de laboratorio Ducretet	p.II-221 fig. 191	Electrodinámica	Auxiliar	0	1/3
Aisladores de líneas eléctricas	p.II-223 fig. 192	Electrodinámica	Tecnológico	0	(líneas)
Reostato regulador	p.II-224 fig. 193	Electrodinámica	Auxiliar	0	2/3
Regulador de corriente de Mouton	p.II-225 fig. 194	Electrodinámica	Modelo Tecnológico	0	1/3
Timbre eléctrico	p.II-232 fig. 199	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/3
Manipulador Morse	p.II-233 fig. 200	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/4
Receptor Morse	p.II-233 fig.201	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/4

Péndulo (reloj) eléctrico	p.II-238 fig. 204	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/3
Teléfono de Bell	p.II-239 fig. 205	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	3/4
Micrófono [Hughes]	p.II-240 fig. 207	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/2
Microteléfono Ader	p.II-241 fig. 208	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/2
Microteléfono Ader de pared	p.II-241 fig. 209	Electrodinámica	Tecnológico	0	(líneas)
Radiófono Mercadier	p.II-242 fig. 210	Electrodinámica	Investigación	0	1/2

1.6. VALLEDOR Y CHAVARRI (1848)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER.	PÁGS. totales
Nonius o Vernier	p. 7 fig. 1	Propiedades generales	Medida	0	1 1/4
Piezómetro de Oersted	p. 14 fig. 2	Propiedades generales	Demostración	1	3/4
Tubo de Mariotte	p. 15 fig. 3	Propiedades generales	Estudio y demostración	1	2/3
Varilla de acero y bola de plomo (elasticidad)	p. 17 sin fig.	Propiedades generales	Multiuso	0	(líneas)
Balanza	p.20 fig. 17	Mecánica de sólidos	Medida	0	(líneas)
Poleas y polipastos	pp.40-42 figs. 18-21	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	0	2
Torno	p.44 fig. 23	Mecánica de sólidos	Modelo tecnológico	0	1/2
Cabrestante	p.44 sin fig.	Mecánica de sólidos	Modelo tecnológico	0	1/3
Ruedas dentadas	p.45 sin fig.	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	0	1/2
Cric o gato	p.45 sin fig.	Mecánica de sólidos	Modelo tecnológico	0	1/2
Plano inclinado	pp.46-47, 64 figs. 24, 25, 31	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	1	2 ¼
Cuña	p.48 fig. 26	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	0	1/2
Generación del tornillo	p.49 fig. 27	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	0	2/3
Tornillo sin fin	p.51 sin fig.	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	0	1/3
Cuerdas o máquinas funiculares	p.51 sin fig.	Mecánica de sólidos	Modelo tecnológico	0	1/3
Máquina de Atwood	pp59-61 fig. 30	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	2	1 1/4
[Tubo de Newton]	p.63 sin fig.	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	1	1/4
[Martillo de agua]	p.63 sin fig.	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	1	1/4
Máquina centrífuga y accesorios	p.68 figs. 34, 35	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	1	1/2
Péndulos	pp.70, 71 figs. 37-39	Mecánica de sólidos	Estudio y demostración	0	1 1/2
Ap. para la presión de abajo hacia arriba	p.80 fig. 44	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	0	1/3
Aparato de Haldat	p.82 fig. 47	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/4

Vasos comunicantes	p.83 fig. 49	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	2	1/3
Balanza hidrostática	p.84 fig. 50	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/4
Areómetro de Fahrenheit	p.88 fig. 51	Mecánica de fluidos	Medida	0	1/2
Areómetro (gravímetro) de Nicholson	p.88 fig. 52	Mecánica de fluidos	Medida	0	1/2
Areómetro de volumen variable	p.89 fig. 53	Mecánica de fluidos	Medida	0	1/3
Areómetro Beaumé [Baumé]	p.90 sin fig.	Mecánica de fluidos	Medida	0	3/4
Areómetro de Gay-Lussac	p.90 sin fig.	Mecánica de fluidos	Medida	0	1/2
Vasos comunicantes: v. de salida del líquido (Torricelli)	p.91 fig. 54	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/3
Vaso suspendido con orificio (fuerza de reacción)	p.92 fig. 55	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/4
Molino de reacción [Molinete hidráulico]	p.92 sin fig.	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	0	(líneas)
Vasos para el estudio del gasto	pp.93-95 figs. 56-59	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	4	1/2
Globo para pesar el aire	p.96 sin fig.	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/4
Baroscopio	p.96 fig. 60	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/4
Vejiga: repulsión de las moléculas de gas	p.97 sin fig.	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	1/4
Rompevejigas	p.97 sin fig.	Mecánica de fluidos	Demostración	1	1/4
Ap. para la presión de abajo hacia arriba (gases)	p.97 sin fig.	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	1	(líneas)
Barómetro (tubo de Torricelli)	p.99 fig. 61	Mecánica de fluidos	Medida	1	1 1/4
Barómetro de sifón	p.100 fig. 62	Mecánica de fluidos	Medida	0	1/4
Barómetro de Gay-Lussac	p.100 fig. 63	Mecánica de fluidos	Medida	0	1/4
Barómetro de cuadrante	p.101 fig. 64	Mecánica de fluidos	Medida	0	1/4
Máquina neumática de llaves	p.104 fig. 65	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/3
Máquina neumática de válvulas	p.104 fig. 66	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/3
Máquina neumática	pp.105-106 figs. 67, 68	Mecánica de fluidos	Producción de agentes físicos	0	1

Bomba aspirante	p.107 fig. 69	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1 1/4
Bomba impelente	p.108 fig. 70	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/3
Bomba aspirante e impelente	p.109 fig. 71	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/3
Fuente de compresión	p.109 fig. 72	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/2
Fuente de Herón	p.110 fig. 73	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	0	1/2
Pipeta	p.111 fig. 74	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/4
Fuente intermitente	p.111 fig. 75	Mecánica de fluidos	Estudio y demostración	0	1/2
Ariete hidráulico	p.112 fig. 76	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	3/4
Prensa hidráulica	p.113 fig. 77	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1/3
Sifón	p.114 fig. 78	Mecánica de fluidos	Auxiliar	0	1
Sifón con tubo lateral	p.115 fig. 79	Mecánica de fluidos	Auxiliar	0	1/4
Frasco de Mariotte	p.117 fig. 80	Mecánica de fluidos	Auxiliar	0	3/4
Globo aerostático	p.118 sin fig.	Mecánica de fluidos	Tecnológico	0	1
Balanza para el estudio de la cohesión	p.119 sin fig.	Acciones moleculares	Estudio y demostración	1	1
[Láminas de Hauksbee]	p.120 sin fig.	Acciones moleculares	Estudio y demostración	2	3/4
Vasos comunicantes con tubo capilar	p.121 fig. 81	Acciones moleculares	Estudio y demostración	1	1/2
Esferas para atracción de cuerpos flotantes	p.122 figs. 82, 83	Acciones moleculares	Estudio y demostración	2	1/2
Tímbr para la extinción del sonido	p.123 sin fig.	Acústica	Estudio y demostración	1	1/4
[Monocordio]	p.124 sin fig.	Acústica	Estudio y demostración	1	1/4
Cuerda vibrante	p.125 fig. 84	Acústica	Estudio y demostración	0	1/4
Placas vibrantes [Chladni]	p.125 figs. 85, 86	Acústica	Estudio y demostración	1	1/4
Termómetro de máxima y mínima (termométrgrafo)	p.133 fig. 87	Calor	Medida	0	1/2
Termómetro diferencial de Leslie	p.133 fig. 88	Calor	Medida	0	1/3
Termóscopo de Rumford	p.134 fig. 89	Calor	Medida	0	1/4

Pirómetro de Wedgwood	p.134 sin fig.	Calor	Medida	0	1/4
Cubo de Leslie	pp.136-137 fig. 90	Calor	Estudio y demostración	2	3/4
Espejo cóncavo	pp.136-137 sin fig.	Calor	Auxiliar	0	(líneas)
Termómetro diferencial	pp.136-137 sin fig.	Calor	Medida	0	(líneas)
Espejos parabólicos [ustorios]	pp.138-139 fig. 92	Calor	Estudio y demostración	2	1
Aparato de Melloni	p.141 fig. 93	Calor	Estudio y demostración	0	1
Ap. Lavoisier y Laplace (coef. dilatación sólidos)	pp.143-144 fig. 94	Calor	Investigación	1	1
Ap. Dulong y Petit (dilat. líquidos)	p.145 sin fig.	Calor	Investigación	1	1/4
Esfera de marfil y baño de agua (maximum de densidad del agua)	p.146 sin fig.	Calor	Estudio y demostración	1	(líneas)
Péndulo de compensación [Graham]	p.147 fig. 95	Calor	Tecnológico	0	1/4
Péndulo de compensación [Harrison]	p.147 fig. 96	Calor	Tecnológico	0	1/4
Termómetro de Breguet	p.147 sin fig.	Calor	Medida	0	1/4
Calorímetro de Lavoisier y Laplace	p.152 fig. 97	Calor	Medida	0	2/3
Olla o marmita de Papin	p.159 fig. 98	Calor	Estudio y demostración	0	1/4
Barómetro de vapor (tensión de vapor)	p.161 fig. 99	Calor	Estudio y demostración	3	1
Aparato de Gay-L.: tensión vapor de agua ($t^a < 0^{\circ}\text{C}$)	p.162 sin fig.	Calor	Medida	0	1/4
Pluviómetro	p.165 fig. 100	Calor	Medida	0	(líneas)
Higrómetro de Saussure	p.166 fig. 101	Calor	Medida	0	1 1/4
Higrómetro de Daniell	p.167 fig. 102	Calor	Medida	0	1
Cilindro de vapor	p169 figs. 103, 104	Calor	Tecnológico	0	1/2
Espejos	pp178, 180-183 figs. 108-111	Luz	Estudio y demostración	0	1 1/3
Kaleidóscopo o transfigurador	p.179 sin fig.	Luz	Recreativo	0	1/4

Espejos prismáticos y piramidales [anamorfosis]	p.179 sin fig.	Luz	Recreativo	0	(líneas)
Prismas	pp.186, 195 figs. 114, 123	Luz	Estudio y demostración	0	1
Lentes	pp.189, 209 figs. 117-119, 130	Luz	Estudio y demostración	0	1 1/4
Prisma de líquidos	p.191 sin fig.	Luz	Estudio y demostración	0	1/4
Prisma de gases	p.191 sin fig.	Luz	Estudio y demostración	0	1/4
Cámara oscura	p.206 fig. 127	Luz	Tecnológico	0	1/3
Cámara oscura de campo	p.206 fig. 128	Luz	Tecnológico	0	1/3
Daguerrotipo	p.207 sin fig.	Luz	Tecnológico	0	3/4
Cámara clara o lúcida	p.208 fig. 129	Luz	Uso no científico	0	1/4
Microscopio simple	p.208 sin fig.	Luz	Estudio y demostración	0	1/2
Anteojo astronómico	p.209 sin fig.	Luz	Investigación	0	1/5
Anteojo terrestre	p.209 sin fig.	Luz	Uso no científico	0	1/3
Microscopio compuesto	p.210 sin fig.	Luz	Estudio y demostración	0	1/4
Microscopio solar	p.210 sin fig.	Luz	Recreativo	0	1/4
Megáscopo	p.210 sin fig.	Luz	Auxiliar	0	(líneas)
Linterna mágica/fantasmagoría	p.210 sin fig.	Luz	Recreativo	0	1/5
Anteojo de Galileo	p.210 sin fig.	Luz	Estudio y demostración	0	1/5
Telescopio de Herschell	p.210 sin fig.	Luz	Investigación	0	1/5
Telescopio de Newton	p.210 fig. 131	Luz	Investigación	0	1/3
Telescopio gregoriano	p.211 fig. 132	Luz	Demostración	0	1/4
Telescopio de Cassegrain	p.211 sin fig.	Luz	Investigación	0	(líneas)
Péndulo magnético	p.212 sin fig.	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/2
Imán y barra de hierro imantada	p.213 fig. 133	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/3

Imanes rectos (neutralización)	pp.214-215 fig. 134	Magnetismo	Estudio y demostración	2	1/3
Aguja magnética suspendida (polos de la tierra)	p.217 fig. 135	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/2
Brújula de declinación	p.218 fig. 136	Magnetismo	Medida	0	1/5
Brújula [de marear]	p.219 sin fig.	Magnetismo	Uso no científico	0	1/4
Brújula de inclinación	p.219 fig. 137	Magnetismo	Medida	0	1/3
Ap. de Coulomb: magnetización de sustancias	p.222 fig. 138	Magnetismo	Investigación	1	1/2
Disco de Arago	p.223 fig. 139	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1
Péndulo eléctrico	pp.229-230 fig. 141	Electricidad	Estudio y demostración	3	1 1/4
[Electróforos]	pp.230-231 fig. 142	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/3
Balanza de Coulomb	pp.231-233 fig. 143	Electricidad	Investigación	2	2 1/4
Cilindro conductor	pp.234, 236 fig. 144	Electricidad	Estudio y demostración	4	2 1/2
Eudiómetro	p.237 sin fig.	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/4
Danza eléctrica	p.237 sin fig.	Electricidad	Estudio y demostración	0	(líneas)
Repique eléctrico	p.237 sin fig.	Electricidad	Estudio y demostración	0	(líneas)
Máquina eléctrica (tipo Ramsden)	pp.238-239 fig. 145	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1 1/2
Electróscopo de panes de oro [Bennet]	p.240 fig. 146	Electricidad	Medida	0	1
[Condensador de Aepinus]	pp.241, 243 fig. 147	Electricidad	Estudio y demostración	1	1 1/2
Excitador de mangos de vidrio	p.243 fig. 148	Electricidad	Auxiliar	1	1/4
Condensador de tafetán	p.244 sin fig.	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/4
[Electróscopio condensador de Volta]	p.244 fig. 149	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/2
Botella de Leyden	p.245 fig. 150	Electricidad	Estudio y demostración	0	3/4
Botella de armaduras móviles	p.246 fig. 151	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/4
Botella de descarga	p.247 fig. 152	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/4

Batería [de botellas]	p.247 sin fig.	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Electrómetro de cuadrante	p.247 fig. 153	Electricidad	Medida	0	1/4
Excitador universal	p.248 fig. 154	Electricidad	Estudio y demostración	2	2/3
Taladra tarjetas y vidrios	p.249 sin fig.	Electricidad	Estudio y demostración	2	1/4
Mortero eléctrico	p.249 fig. 155	Electricidad	Estudio y demostración	0	(líneas)
[Huevo eléctrico]	p.249 fig. 156	Electricidad	Estudio y demostración	2	1/3
Elipsoide conductor (efecto de las puntas)	p.251 fig. 157	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/4
Pararrayos	pp.252-253 sin fig.	Electricidad	Uso no científico	0	1 1/2
Pila de Volta	p.266 fig. 158	Electricidad	Estudio y demostración	2	1 1/2
Pila de artesa	p.268 fig. 159	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Wollaston	p.269 fig. 160	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/2
[Voltámetro]	p.273 fig. 161	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/3
Pila de Daniell	p.275 fig. 162	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	3/4
Pila de Grove	p.276 sin fig.	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Bunsen	p.276 fig. 163	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/3
Flotador de la Rive	p.278 fig. 164	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/3
Galvanómetro o multiplicador [de Schweigger]	p.279 fig. 165	Electricidad	Medida	0	2/3
[Solenoides, carrete de inducción]	p.282 fig. 169	Electricidad	Estudio y demostración	2	3/4
Pila o termomultiplicador de Melloni	p.287 fig. 170	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/3
[Máquina dinamoeléctrica de Pixii]	p.289 fig. 171	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/2
[Máquina dinamoeléctrica de Clarke]	p.289 sin fig.	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	2/3

1.7 FERNÁNDEZ FÍGARES (1866)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER.	PÁGS. totales
Nonius o vernier	p.10 fig. 1	Propiedades generales	Medida	0	1
Nonius o vernier	p.11 fig. 2	Propiedades generales	Medida	1	(líneas)
Campana de buzo	p.13 sin fig.	Propiedades generales	Tecnológico	0	1/3
Lluvia de plata o de Diana [mercurio]	p.16 fig. 3	Propiedades generales	Demostración	1	1/4
Laminador	p.17 sin fig.	Propiedades generales	Tecnológico	0	1/4
Hilera	p.17 sin fig.	Propiedades generales	Tecnológico	0	1/4
Eslabón neumático	p.20 fig. 4	Propiedades generales	Demostración	1	1/3
Tubo de Mariotte	p.20 fig. 5	Propiedades generales	Demostración	1	1
Piezómetro de Oersted	p.22 fig. 6	Propiedades generales	Demostración	1	1
Bolas de marfil y plomo, plano de mármol, varilla de acero	p.24 sin fig.	Propiedades generales	Multiuso	1	1/2
Plomada	p.30 sin fig.	Propiedades generales	Uso no científico	0	(líneas)
Paralelogramo de fuerzas	p.39 fig. 10	Mecánica	Demostración	1	1/4
Dinamómetro de Leroy	p.77 fig. 19	Mecánica	Medida (masa)	0	1/4
Dinamómetro de Regnier	p.77 fig. 19b	Mecánica	Medida (fuerza)	0	1/4
Tablilla para hallar c. d. g.	p.47 fig. 20	Mecánica	Demostración	1	1/4
Elipsoides: equ. Estable e inestable	p.48 fig. 21	Mecánica	Demostración	1	1/3
Plano inclinado [paradoja dinámica: cilindro y doble cono]	p.49 fig. 22	Mecánica	Demostración	1	1/4
Sistema de tres palancas	p.53 fig. 26	Mecánica	Demostración	1	1
Balanza	p.55 fig. 27	Mecánica	Medida	0	2
"Fiel de las balanzas"	p.56 fig. 30	Mecánica	Demostración	1	1/4
Romana	p.57 fig. 31	Mecánica	Medida/Uso no científico	0	1

Poleas fijas	pp.58-61 figs. 32-37	Mecánica	Estudio y demostración	0	3 1/4
Torno	pp. 62-63 figs. 38, 39	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	1
Torno chino	p.63 fig. 40	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	2/3
Cabrestante	pp.63-64 fig. 41	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	1/4
Cábria	p.64 fig. 42	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	1/4
Grúa	p.64 fig. 43	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	1/4
Sistemas de tornos	p.64 fig. 44	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	0	1/2
Engranajes	p.65 sin fig.	Mecánica	Demostración/Model o tecnológico	0	1
"Crik o pie de gato"	p.66 fig. 45	Mecánica	Demostración/Model o tecnológico	0	1/2
Plano inclinado	pp.66-67 figs. 46, 47	Mecánica	Estudio y demostración	0	1 1/2
Cuña	p.68 figs. 48, 49	Mecánica	Modelo tecnológico / Estudio y demostr.	0	1
Tornillo y tuerca	p.69 fig. 50	Mecánica	Modelo tecnológico / Estudio y demostr.	0	2
Tornillo sin fin	p.71 fig. 51	Mecánica	Modelo tecnológico / Estudio y demostr.	0	1/2
Cuerdas	p.72 figs. 52-54	Mecánica	Uso no científico	0	3/4
Tribómetro	p.73 fig. 55	Mecánica	Estudio y demostración	1	1/2
Plano inclinado	pp.74, 88 figs. 56, 63	Mecánica	Estudio y demostración	2	1 1/3
[Tubo de Newton]	p.85 fig. 60	Mecánica	Demostración	1	1/4
Martillo de agua	p.85 fig. 61	Mecánica	Demostración	1	1/4
Máquina de Atwood	pp.85-88 fig. 62	Mecánica	Estudio y demostración	3	2 3/4
Caída por una cicloide	p.90 fig. 65	Mecánica	Demostración	1	1/2
Aparato de fuerzas centrales [sic]	p.93 fig. 67	Mecánica	Demostración	3	1
Parábola de anillos [tiro parabólico]	p.95 fig. 69	Mecánica	Demostración	0	1/4
[Aplastamiento de meridianos]	p.97 fig. 70	Mecánica	Demostración	0	1/2
Aparato para mostrar las órbitas de los planetas	p.99 fig. 71	Mecánica	Demostración	0	1/4

Aparato para el estudio del choque elástico (péndulos)	p.105 fig. 73	Mecánica	Demostración	3	1/2
Esfera de marfil y plano de mármol	p.105 fig. 74	Mecánica	Demostración/multiu so	2	1/4
Redoma de los cuatro elementos	p.109 sin fig.	Hidrostática	Demostración	0	(líneas)
Aparato de Haldat	p.110 fig. 77b	Hidrostática	Demostración	1	1/2
Cilindro y probeta (presión de abajo arriba)	p.111 fig. 78	Hidrostática	Demostración	1	2/3
Balanza hidrostática	p.113 fig. 80	Hidrostática	Estudio y demostración / Medida	1	1/3
Tubo con vejiga (compresión de los líquidos)	p.113 fig. 81	Hidrostática	Demostración	1	1/4
Diablillo de Descartes [Ludió]	p.114 fig. 82	Hidrostática	Recreativo	1	2/3
Vasos comunicantes	pp.115, 125 fig. 83	Hidrostática	Demostración	2	3/4
Vasos comunicantes: líquidos heterogéneos	p.115 fig. 84	Hidrostática	Demostración	1	1/2
Nivel de agua	p.116 sin fig.	Hidrostática	Uso no científico	0	1/4
Nivel de burbuja	p.116 sin fig.	Hidrostática	Uso no científico	0	(líneas)
Balanza hidrostática	p.117 fig. 80	Hidrostática	Medida (densidad)	3	1
Frasco de Klaproth	p.118 sin fig.	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/4
Gravímetro de Nicholson	p.119 fig. 85	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/2
Areómetro de Fahrenheit	p.120 sin fig.	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Areómetros	p.120 figs. 86-88	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Pesa licores Baumé	p.121 fig. 86	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Alcohómetro de Gay-Lussac	p.121 fig. 86 ^a	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/2
Pesa sales de Baumé	p.121 fig. 87	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Areómetro universal	p.122 sin fig	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/4
Volúmetro	p.122 sin fig.	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/2
Densímetro	p.123 sin fig.	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/2

Dirección de la vena fluida (vaso recto)	p.126 fig. 89	Hidrodinámica	Demostración	1	1/4
Dirección de la vena fluida (vaso campaniforme)	p.126 fig. 90	Hidrodinámica	Demostración	1	1/4
Flotador de Prony	p.127 fig. 91	Hidrodinámica	Auxiliar/Demostración	0	1/2
Tubos adicionales (caños)	p.129 fig. 93	Hidrodinámica	Uso no científico	0	1/2
Molinete de reacción	p.132 fig. 95	Hidrodinámica	Demostración / Recreativo	0	1/2
Ariete hidráulico	p.133 fig. 96	Hidrodinámica	Modelo tecnológico	0	1
Igual presión en todas direcciones (gases)	p.135 fig. 97	Aerostática	Demostración	1	(líneas)
Globo para pesar gases	p.136 fig. 98	Aerostática	Demostración / Medida (masa)	0	1/4
Baroscopio	p.136 fig. 99	Aerostática	Demostración	0	1/4
Rompe-vejigas	p.137 fig. 100	Aerostática	Demostración	1	1/4
Hemisferios de Magdeburgo	p.137 fig. 101	Aerostática	Demostración	1	1/4
Vaso de agua y papel (presión atmos)	p.138 sin fig.	Aerostática	Demostración	1	1/4
Tubo de Torricelli	p.138 fig. 102	Aerostática	Demostración	1	1/4
Recipiente de dos barómetros	p.139 fig. 103	Aerostática	Demostración	1	1/4
Barómetro de cubeta	p.139 fig. 102	Aerostática	Medida (presión)	0	1/2
Barómetro de Fortin	p.140 fig. 104	Aerostática	Medida (presión)	0	1/2
Barómetro de sifón (Gay-Lussac)	p.141 fig. 105	Aerostática	Medida (presión)	0	3/4
Barómetro aneroide	p.142 sin fig.	Aerostática	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro de Bourdon	p.142 sin fig.	Aerostática	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro balanza del P. Secchi	p.143 sin fig.	Aerostática	Medida (presión)	0	1/3
Barómetro de cuadrante	p.146 fig. 106	Aerostática	Medida (presión)	0	1/3
Máquina neumática (dos cuerpos de bomba)	pp.147-150 fig. 107	Aerostática	Producción de agentes físicos	0	2 1/2
Máquina de Bianchi	p.150 sin fig.	Aerostática	Producción de agentes físicos	0	1/4

Barómetro truncado o de proveta	p.150 fig. 108	Aerostática	Medida (presión)	0	1/2
Manómetro de aire comprimido	p.151 fig. 109	Aerostática	Medida (presión)	0	1/4
Manómetro de Bourdon	p.151 sin fig.	Aerostática	Medida (presión)	0	1/4
Fuente de compresión	p.151 figs. 110, 111	Aerostática	Producción de agentes físicos	0	1/2
Bomba aspirante	p.152 fig. 112	Aerostática	Modelo tecnológico	0	3/4
Bomba impelente	p.153 fig. 113, 114	Aerostática	Modelo tecnológico	0	1/2
Bomba de incendios	p.154 sin fig.	Aerostática	Modelo tecnológico	0	1/4
Bombas mistas [sic]	p.154 fig. 115	Aerostática	Modelo tecnológico	0	1/4
Fuelle	p.154 fig. 116	Aerostática	Uso no científico	0	1/4
Prensa hidráulica	p.154 fig. 117	Aerostática	Modelo tecnológico	0	2/3
Sifón	p.156 fig. 118	Aerostática	Auxiliar	0	1/2
Sifón para líquidos corrosivos	p.156 fig. 119	Aerostática	Auxiliar	0	(líneas)
Vaso de Tántalo	p.156 fig. 120	Aerostática	Recreativo	0	1/4
Fuente intermitente	p.156 fig. 121	Aerostática	Demostración / Recreativo	1	1/2
Pipeta	p.157 fig. 122	Aerostática	Uso no científico	0	(líneas)
Jarro mágico	p.157 fig. 123	Aerostática	Recreativo	0	1/4
Botella encantada	p.157 sin fig.	Aerostática	Recreativo	0	(líneas)
Fuente de Herón	p.157 fig. 124	Aerostática	Demostración / Recreativo	0	1/3
Frasco de Mariote	p.160 fig. 125	Aerodinámica	Auxiliar	1	1/2
Gasómetros (depósitos de gas)	p.161 sin fig.	Aerodinámica	Uso no científico	0	1/2
Globos aerostáticos	p.162 sin fig.	Aerodinámica	Tecnológico	0	1
Paracaídas	p.162 sin fig.	Aerodinámica	Tecnológico	0	1/4
[Planos de cohesión]	p.164 fig. 126	Aerodinámica	Demostración	2	1/4
Tubos capilares	p.166 fig. 127	Aerodinámica	Demostración	1	1/2

Láminas paralelas y angulares [Hauksbee]	p.166 sin fig.	Aerodinámica	Demostración	0	1/4
Vasos comunicantes con tubo capilar	p.168 fig. 131	Aerodinámica	Demostración	1	1/4
Bolas de corcho en agua (atracción y repulsión)	p.169 sin fig.	Aerodinámica	Demostración	2	1/4
Endosmómetro	p.169 fig. 132	Aerodinámica	Demostración/Medida	0	1/2
Campana suspendida	p.171 fig. 133	Acústica	Demostración	1	1/4
Campana y timbre: no propagación en el vacío	p.173 fig. 134	Acústica	Demostración	1	1/2
Espejos ustorios (para est ref del sonido)	p.180 sin fig.	Acústica	Demostración	1	(líneas)
Trompetilla acústica	p.184 fig. 136	Acústica	Uso no científico	0	1/4
Bocina	p.184 fig. 137	Acústica	Uso no científico	0	1/4
Sonómetro	p.184 fig. 138	Acústica	Estudio y demostración	0	1/2
Diapasón	p.185 fig. 140	Acústica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Placas [de Chaldni]	pp.185-186 fig. 141	Acústica	Estudio y demostración	0	1/2
Campana y resonador [Savart]	p.186 fig. 142	Acústica	Estudio y demostración	1	1/2
Pirómetro o medidor del fuego	pp.191, 196 fig. 143	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/4
Termóscopo de mercurio	p.191 fig. 144	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/4
Termóscopo de aire	p.191 fig. 145	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro	p.191 fig. 146	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/3
Aparato para fijar el 100 del termómetro	p.192 fig. 147	Calórico	Auxiliar	0	1/4
Termóscopo diferencial de Leslie	p.194 fig. 148	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/2
Termóscopo de Rumford	p.194 fig. 149	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/4
Temómetro de máxima de Negretti	p.194 fig. 150	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/3
Termómetro de mínima de Rutherford	p.195 fig. 151	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/4
Pirómetro de arcilla de Wedgwood	p.196 fig. 152	Calórico	Medida (temperatura)	0	1/2

Cubo de Leslie	p.199 fig. 153	Calórico	Demostración	1	1/2
Aparato estudio absorción calor radiante	p.200 fig. 154	Calórico	Demostración / medida	1	1/2
Reflector cóncavo	p.201 fig. 155	Calórico	Demostración	1	1/2
Pila de Melloni	p.202 fig. 156	Calórico	Demostración	0	1/2
Aparato para mostrar el ángulo de reflexión del calor	p.203 fig. 157	Calórico	Demostración	0	1/2
Espejos conjugados	p.204 fig. 158	Calórico	Demostración	1	1/3
Experiencia de Leslie (calor radiante)	p.205 fig. 159	Calórico	Demostración	1	1/2
Termo-multiplicador de Melloni	pp.207-208 fig. 160	Calórico	Demostración	0	1
Caja de Ingenhousz	p.211 fig. 161	Calórico	Demostración	1	1/4
Termómetro de contacto de Fourier	p.211 fig. 162	Calórico	Demostración	1	1/4
Barra de Despretz	pp.211-212 fig. 163	Calórico	Demostración	1	1/3
Vaso y termómetro (mala conductibilidad de los líquidos)	p.212 fig. 164	Calórico	Multiuso/demostración	1	1/2
Anillo de S'Gravesande	p.214 fig. 165	Calórico	Demostración	1	1/4
Termómetro de peso	p.217 fig. 167	Calórico	Investigación	0	1/2
Aparato de Dulong y Petit (dilatación absoluta del mercurio)	p.218 fig. 168	Calórico	Investigación	1	1/2
Aparato de corona [Hope]: max den agua	p.219 fig. 169	Calórico	Demostración	1	1/3
Ap. Gay-Lussac: dilatación de los gases	p.219 fig. 170	Calórico	Investigación	1	1
Péndulo de Harrison	p.222 fig. 171	Calórico	Tecnológico	0	1/4
Péndulo de Robert	p.222 fig. 172	Calórico	Investigación	0	(líneas)
Péndulo de Graham	p.222 fig. 173	Calórico	Investigación	0	(líneas)
Termómetro de Bréguet	p.223 fig. 174	Calórico	Medida (temperatura)	0	2/3
Calorímetro de Lavoisier	p.226 fig. 175	Calórico	Medida (capacidad calorífica)	1	1
Calorímetro	p.228 fig. 176	Calórico	Medida (capacidad calorífica)	1	2/3

Calorímetro [de Despretz]	p.254 fig. 177	Calórico	Medida (calor latente de vaporización)	1	2/3
Barómetro de cubeta profunda (fuerza elástica del vapor)	p.237 fig. 179	Calórico	Demostración	1	1
Cubeta-barómetro: tensión de vapor $0 < t^a < 100^{\circ}C$	p.237 fig. 180	Calórico	Medida (presión)	0	1/2
Ap. [de Gay-Lussac]: tensión de vapor $t^a < 0^{\circ}C$	p.238 fig. 181	Calórico	Medida (presión)	0	1/4
Ap. tensión de vapor $t^a > 0^{\circ}C$	p.239 fig. 182	Calórico	Medida (presión)	0	(líneas)
Ap. de Gay-L.: tensión de una mezcla de vapores y gases	p.239 fig. 183	Calórico	Medida (presión)	0	1
Ap. de Gay-L.: densidad de un vapor	p.240 fig. 184	Calórico	Medida (densidad)	1	2/3
Marmita de Papin	p.245 fig. 185	Calórico	Tecnológico / Demostración	0	1/3
Hypsómetro de Regnault	p.245 fig. 186	Calórico	Medida (longitud)	0	1/3
Máquina de Savery	p.248 sin fig.	Calórico	Tecnológico	0	(líneas)
Máquina de Newcomen y Cawley	p.248 fig. 187	Calórico	Tecnológico	0	2/3
Máquina de Watt de simple efecto	p.249 sin fig.	Calórico	Tecnológico	0	(líneas)
Máquina de Watt de doble efecto	p.249 fig. 188	Calórico	Tecnológico	0	1 1/2
Máquina de expansión de Wool	p.250 fig. 188	Calórico	Tecnológico	0	2/3
Locomotoras	p.253 sin fig.	Calórico	Tecnológico	0	3/4
Máquinas de aire comprimido	p.254 sin fig.	Calórico	Tecnológico	0	1/4
Buques de vapor	p.255 sin fig.	Calórico	Tecnológico	0	1
Higrómetro de cabello de Saussure	p.265 fig. 189	Meteorología	Medida (humedad relativa)	0	1
Higrómetro de Daniell	p.266 fig. 190	Meteorología	Medida (humedad relativa)	0	1
Higrómetro de Regnault	p.267 fig. 191	Meteorología	Medida (humedad relativa)	0	3/4
Psychrómetro	p.268 fig. 192	Meteorología	Medida (humedad relativa)	0	1/3
Pluviómetro	p.270 fig. 193	Meteorología	Medida (precipitaciones)	0	1/3
Fotómetro de Bouguer	p.280 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/4

Fotómetro de Rumford	p.280 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/3
Fotómetro de Wheatstone	p.281 fig. 198	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/2
[Aparato de Silbermann]	p.282 fig. 199	Óptica	Demostración	0	1/3
Espejos planos	pp.283-284 figs. 200-203	Óptica	Estudio y demostración	3	3/4
Espejos esféricos	p.285-289 figs. 205-208	Óptica	Estudio y demostración	0	3 1/2
Espejos de anamorfosis	p.289 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/4
Prisma	p.293 fig. 214	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Goniómetro de aplicación	p.295 fig. 215	Óptica	Medida (ángulo del prisma)	0	1/4
Anteojo móvil (desviación)	p.295 fig. 216	Óptica	Medida (ángulo de desviación)	0	1/4
Prisma de líquidos	p.295 fig. 217	Óptica	Auxiliar	0	1/2
Prisma de gases	p.296 fig. 218	Óptica	Auxiliar	0	1/2
Lentes	p.297-301 figs. 219-227	Óptica	Estudio y demostración	0	4
Prisma (descomposición de la luz)	p.301 fig. 228	Óptica	Demostración	1	1/2
Poliprisma de líquidos	p.302 fig. 229	Óptica	Demostración	1	1/4
Aparato de siete espejos: recomposición	p.303 fig. 230	Óptica	Demostración	1	1/4
Prisma de ángulo variable	p.306 fig. 231	Óptica	Demostración	0	1/4
Aparato de tres prismas: acromatismo	p.306 fig. 232	Óptica	Demostración	0	1/4
Círculo de Newton	p.318 fig. 236	Óptica	Demostración	1	1/4
Ojo artificial	p.318 fig. 237	Óptica	Demostración	0	1/4
Portaluz	p.319 fig. 238	Óptica	Auxiliar	0	1/3
Cámara oscura	p.320 fig. 239	Óptica	Demostración	0	1/4
Cámara oscura de campo	p.320 fig. 240	Óptica	Uso no científico	0	(líneas)
Daguerrotipo y fotografía	pp.321-324 sin fig.	Óptica	Tecnológico	0	4

Cámara lúcida de Wollaston	p.324 fig. 241	Óptica	Uso no científico	0	1/2
Cámara lúcida de Amici	p.325 fig. 242	Óptica	Uso no científico	0	1/3
Microscopio simple	p.325 fig. 243	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Microscopio compuesto	p.326 fig. 244	Óptica	Estudio y demostración / Investigación	0	1/2
Anteojo astronómico	p.326 fig. 245	Óptica	Investigación	0	1/2
Anteojo terrestre	p.327 sin fig.	Óptica	Uso no científico	0	1/4
Anteojo de Galileo	p.327 fig. 246	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Telescopio de Gregory	p.328 fig. 247	Óptica	Demostración	0	1/2
Cristal de Espato	p.330 fig. 248	Óptica	Demostración	1	1/4
Pinzas de turmalina	p.336 fig. 249	Óptica	Estudio y demostración	1	1/3
Espejos de Fresnel	p.337 fig. 250	Óptica	Demostración	1	1/4
Péndulo magnético	p.340 fig. 251	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/3
Imán y limaduras de Fe	p.340 fig. 252	Magnetismo	Demostración	1	1/3
Aguja imantada	p.341 fig. 253	Magnetismo	Demostración	1	1/4
Aguja suspendida	p.343 fig. 254	Magnetismo	Demostración	1	1/4
Brújula de declinación	p.344 fig. 255	Magnetismo	Medida (declinación)	0	1/2
Brújula de inclinación	p.345 fig. 256	Magnetismo	Medida (campo magnético)	0	1/2
Disco de Arago	p.354 fig. 260	Magnetismo	Demostración	1	1/2
Péndulo eléctrico	p.358 fig. 261	Electricidad	Estudio y demostración/Medida	1	1/3
Electróforos	p.359 fig. 262	Electricidad	Demostración	1	1/4
Balanza de Coulomb	p.361 fig. 263	Electricidad	Investigación	1	1 1/2
Esfera y hemisferios aislados	p.364 fig. 264	Electricidad	Estudio y demostración	2	1/2
Conductores esféricos y cilíndricos aislados	pp.366-367 figs. 265, 266	Electricidad	Estudio y demostración	4	1 1/2

Campanario eléctrico	p.368 fig. 268	Electricidad	Demostración	1	1/4
Granizo eléctrico	p.369 fig. 269	Electricidad	Demostración	1	1/4
Danza eléctrica	p.369 fig. 270	Electricidad	Demostración/ Recreativo	1	(líneas)
Máquina eléctrica de Ramsden	p.369 fig. 271	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1
Electrómetro de Henley	p.371 fig. 272	Electricidad	Medida (carga)	0	1/4
Máquina de Van Marum	p.371 sin fig.	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Máquina de Nairne	p.371 sin fig.	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Máquina hidroeléctrica de Armstrong	pp.371-372 sin fig.	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/3
Electróforo	p.372 fig. 273	Electricidad	Demostración / Prod. agentes físicos	1	2/3
Electroscopio de médula de saúco	p.373 fig. 274	Electricidad	Medida	0	1/4
Electroscopio de panes de oro	p.373 fig. 275	Electricidad	Medida	0	1/4
Condensador de lámina de vidrio	p.374 fig. 276	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/2
Excitador simple	p.375 fig. 277	Electricidad	Auxiliar	0	(líneas)
Excitador de mangos de vidrio	p.375 fig. 278	Electricidad	Auxiliar	0	1/4
Excitador universal	p.375 fig. 279	Electricidad	Auxiliar	0	1/4
Botella de Leyden	p.376 figs. 280-281	Electricidad	Estudio y demostración	1	1
Botella de Leyden de armaduras móviles	p.377 fig. 282	Electricidad	Demostración	1	1/3
Aparato para medir la distancia explosiva [chispa]	p.377 fig. 283	Electricidad	Medida (long. de la chispa)	0	1/4
Batería de botellas	p.377 fig. 284	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Electrómetro condensador de Volta	pp.378, 385 figs. 285, 296, 297	Electricidad	Medida (carga)	0	3/4
Aparato para inflamar la pólvora	p.379 fig. 286	Electricidad	Demostración	1	1/4
Aparato para inflamar el éter	p.379 fig. 287	Electricidad	Demostración	1	(líneas)
Globo o huevo eléctrico	p.379 fig. 288	Electricidad	Demostración	1	1/2

Tubo fulminante [resplandeciente]	p.380 fig. 289	Electricidad	Demostración / Recreativo	1	1/4
Cuadro resplandeciente	p.380 fig. 290	Electricidad	Demostración / Recreativo	1	(líneas)
Taladratarjetas	p.381 sin fig.	Electricidad	Demostración / Recreativo	1	(líneas)
Termómetro eléctrico de Kinnersley	p.381 fig. 291	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/3
Pistolete de Volta	p.381 fig. 292	Electricidad	Demostración	0	1/4
Pistolete de vidrio [eudiómetro]	p.382 fig. 293	Electricidad	Demostración	0	1/4
Electrómetro de Häüy	p.383 fig. 294	Electricidad	Medida (carga)	0	1/4
Pararrayos	p.390 sin fig.	Electricidad	Uso no científico	0	1
Pila de Volta	pp.394-396 figs. 299, 300	Galvanismo	Estudio y demostración	1	2 1/2
Pila de artesa (Cruikshank)	pp.397-398 fig. 301	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	1/3
Pila de Wollaston	p.398 fig. 302	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Young	p.398 sin fig.	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de Munke	p.398 sin fig.	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de Hare	p.398 sin fig.	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Baterías de pilas	p.398 sin fig.	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	1/4
Voltámetro	p.401 fig. 303	Galvanismo	Estudio y demostración	1	1/2
Pila de Becquerel	p.405 fig. 304	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Bunsen	pp.405-406 fig. 305	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Grove	p.406 sin fig.	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila seca de Zamboni	p.406 sin fig.	Galvanismo	Producción de agentes físicos	0	1/4
Electrómetro de Bohnenberger	p.407 fig. 306	Galvanismo	Medida (carga)	0	(líneas)
Par termoeléctrico	p.407 fig. 307	Galvanismo	Estudio y demostración	1	1/3
Pila termoeléctrica de Nobili	p.407 sin fig.	Galvanismo	Estudio y demostración / Medida (temperatura)	1	1

Agujas astáticas	p.409 sin fig.	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	1/2
Reómetro multiplicador [Schweigger] o galvanómetro	p.410 figs. 310, 311	Electromagnetismo	Medida	0	(líneas)
Aparato de Melloni	pp.411-412 sin fig.	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	1
Hélices [bobinas] dextrorsum y sinistrosum	p.413 figs. 312, 313	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	1/2
Electroimán suspendido	p.414 fig. 314	Electromagnetismo	Estudio y demostración	1	1/3
[Bobina de inducción de Faraday]	p.415 fig.315	Electromagnetismo	Demostración	1	1/3
Máquina de Pixii	p.415 fig. 316	Electromagnetismo	Producción de agentes físicos	0	1/2
Máquina de Clarke	p.416 sin fig.	Electromagnetismo	Producción de agentes físicos	0	1/3
Flotador [con espira] eléctrico	p.416 figs. 317, 318	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	(líneas)
Solenoides flotante	p.416 figs. 318, 319	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	1/3
[Mesa de Ampère]	pp.416-417 figs. 321 ^a , 321B	Electromagnetismo	Estudio y demostración	2	1/2
Telégrafo de cuadrante (de demostración)	pp.419-421 fig. 320	Electromagnetismo	Modelo tecnológico	0	2
Telégrafo de Breguet	p.422 sin fig.	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/3
Telégrafo de Froment	p.423 sin fig.	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo de Siemens	p.423 sin fig.	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo Morse	pp.423-424 sin fig.	Electromagnetismo	Tecnológico	0	3/4
Relojes eléctricos	p.424 sin fig.	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/2
Lámpara filosófica	p.455 fig. 330	Química	Auxiliar	0	1/4

1.8. FELIÚ PÉREZ (1874)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER.	PÁGS. totales
Nonio o Vernier	p.5 fig. 1	Propiedades generales	Medida (longitud)	1	1/4
Nonio para arcos	p.5 fig. 2	Propiedades generales	Medida (ángulos)	0	(líneas)
Esferómetro	p.6 fig. 3	Propiedades generales	Medida (radio de curvatura)	1	3/4
Lluvia de Diana	p.8 fig. 4	Propiedades generales	Demostración	1	3/4
Anillo de S'Gravesande	p.9 fig. 5	Calor	Demostración	1	(líneas)
Aparato de dilatación en líquidos y gases	p.9 fig. 6	Calor	Demostración	1	1/4
Plomada	p.11 fig. 7	Mecánica	Demostración / Uso no científico	1	1/3
Dinamómetro de resorte	p.12 fig. 8	Mecánica	Medida (masa)	1	(líneas)
Romana de cuadrante	p.12 fig. 9	Mecánica	Medida (masa)	1	1/4
Aparato para mostrar la resultante de fuerzas	p.17 fig. 18	Mecánica	Demostración	1	1/2
Equilibrio de un cono	p.21 fig. 22	Mecánica	Demostración	1	1/4
Paradoja dinámica (cilindro)	pp.21-22 fig. 23	Mecánica	Demostración / Recreativo	1	1/4
Paradoja dinámica (doble cono)	p.22 fig. 24	Mecánica	Demostración / Recreativo	1	1/4
Cilindros inclinados (c.d.g.)	p.22 fig. 25	Mecánica	Demostración	1	1/4
Figura en equilibrio (c.d.g.)	p.23 fig. 26	Mecánica	Demostración / Recreativo	1	1/4
Volatines [volatineros chinos]	p.23 fig. 27	Mecánica	Demostración / Recreativo	1	1/4
Balanza sensible	p.27 fig. 33	Mecánica	Medida / Estudio y demostr.	0	1/2
Balanza de Roberval	pp.27-28 fig. 34	Mecánica	Medida / Uso no científico	0	1/4
Romana	p.28 fig. 35	Mecánica	Medida / Uso no científico	0	1/2
Poleas y polipastos	pp.29-31 fig. 36	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	5	3/2
Torno	p.31 fig. 37	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	1	1/4

Cabrestante	p.31 fig. 38	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	1	1/4
Cabria	p.32 fig. 39	Mecánica	Modelo tecnológico / Demostración	1	1/4
Plano inclinado	p.33 fig. 41	Mecánica	Estudio y demostración	1	1
Generación del tornillo	p.34 fig. 43	Mecánica	Demostración	0	1/4
Sistemas de tornillos	p.34 fig. 44	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1/4
Ruedas dentadas	p.35 fig. 45	Mecánica	Estudio y Demostr. / Modelo tecnológico	0	1/4
Engranajes perpendiculares	p.35 fig. 46	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1/4
Tornillo sin fin	p.35 fig. 47	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1/4
Cric o gato	pp.35-36 sin fig.	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	(líneas)
Sistema de palancas	p.36 fig. 48	Mecánica	Demostración / Modelo tecnológico	0	1/4
Tubo de Newton	p.41 fig. 50	Mecánica	Demostración	1	1/4
Martillo de agua	p.41 fig. 51	Mecánica	Demostración	1	(líneas)
Máquina de Atwood	p.42 fig. 52	Mecánica	Estudio y demostración	3	3/2
Movimiento parabólico	p.46 fig. 54	Mecánica	Demostración	1	1/4
Aparato de fuerzas centrales y accesorios	p.47-48 figs. 55-57	Mecánica	Demostración	1	3/4
Ferrocarril aéreo (fuerza centrífuga)	p.49 fig. 58	Mecánica	Estudio y demostración	1	1/4
Leyes del Péndulo	p.51 fig. 60	Mecánica	Estudio y demostración	1	1/4
Péndulo de Kater	pp.51-52 fig. 61	Mecánica	Investigación	0	1/4
Escape de áncora (relojes)	pp.52-53 fig. 62	Mecánica	Tecnológico	0	1/4
Péndulo de segundos	p.53 sin fig.	Mecánica	Medida (tiempo)	0	(líneas)
Vaso de Plateau	pp.53-54 figs. 63-65	Mecánica	Estudio y demostración	3	1/2
Planos de Magdeburgo	p.55 figs. 67- 68	Mecánica	Estudio y demostración	2	1/2
Catetómetro	p.56 fig. 69	Mecánica	Medida (longitud) / Auxiliar	0	1/4
Laminador	p.59 fig. 70	Mecánica	Uso no científico	0	1/4

Tribómetro de Coulomb	p.60 fig. 71	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/4
Aparato de transmisión del movimiento	p.61 fig. 72	Mecánica	Demostración	2	1/4
Aparato de estudio del choque	p.63 fig. 73	Mecánica	Demostración	3	1 1/2
Aparato de estudio del choque interpuesto	p.64 fig. 74	Mecánica	Demostración	1	1/3
Aparato de estudio del choque oblicuo	p.65 fig. 75	Mecánica	Demostración	1	1/4
Piezómetro de Oersted	p.66 figs. 76- 77	Mecánica	Demostración	1	3/4
Aparato sobre el principio de Pascal	p.68 fig. 79	Mecánica	Demostración	1	1/4
Prensa hidráulica	pp.68-69 fig.81	Mecánica	Modelo tecnológico	0	1/2
Prensa esterhidráulica	p.70 fig. 83	Mecánica	Tecnológico	0	1/4
Aparato sobre la presión de líquidos	p.71 fig. 84	Mecánica	Demostración	1	1/2
Tubo "de los cuatro elementos"	p.72 fig. 85	Mecánica	Demostración	1	1/4
Aparato de Haldat	p.73 fig. 88	Mecánica	Demostración	1	1/2
Molinete hidráulico	p.74 fig. 89	Mecánica	Demostración	1	1/4
Vasos comunicantes	p.75 fig. 92	Mecánica	Demostración	1	(líneas)
Equilibrio en líquidos de diferente densidad	p.76 fig. 93	Mecánica	Estudio y demostración	1	1/4
Nivel de agua	p.76 fig. 94	Mecánica	Medida cualitativa / Uso no científico	0	1/4
Nivel de aire	p.77 fig. 95	Mecánica	Uso no científico	0	(líneas)
Balanza hidrostática	pp.78-79, 83 figs. 97- 98, 103	Mecánica	Estudio y demostr. / Medida (densidad)	1	1
Ludión	p.82 fig. 102	Mecánica	Recreativo	1	1/4
Frasco para medir densidades	pp.83-84 fig. 104	Mecánica	Medida (densidad)	0	1/4
Areómetro de Nicholson	p.84 fig. 105	Mecánica	Medida (densidad)	1	1/3
Areómetro de Fahrenheit	p.85 fig. 106	Mecánica	Medida (densidad)	1	1/4
Pesaácidos (Baumé)	p.86 fig. 107	Mecánica	Medida (densidad)	1	1/4

Areómetro universal	p.86 fig. 108	Mecánica	Medida (densidad)	0	(líneas)
Alcohómetro de Gay-Lussac	p.86 sin fig	Mecánica	Medida (densidad)	0	1/3
Densímetro de Rousseau	p.87 fig. 109	Mecánica	Medida (densidad)	1	2/3
Lámina para estudio de la capilaridad	p.88 fig. 110, 113	Mecánica	Demostración	2	1/4
Láminas de Hauksbee	p.88 fig.111	Mecánica	Demostración	2	(líneas)
Tubo capilar	pp.88-89 figs.112, 114	Mecánica	Demostración	2	1/2
Aparato de tubos capilares. Ley de Jurin	p.89 fig. 115	Mecánica	Demostración	1	1/3
Esferas para estudio de atracción de cuerpos flotantes	p.90 fig. 116	Mecánica	Estudio y demostración	3	1/4
Endosmómetro de Dutrochet	p.91 fig. 117	Mecánica	Medida (presión osmótica)	1	1/4
Aparato de Charles	pp.93-94 fig. 118	Mecánica	Demostración	2	3/4
Flotador de Prony	p.95 fig. 119	Mecánica	Demostración	1	(líneas)
Ariete hidráulico	pp.96-97 fig. 120	Mecánica	Modelo tecnológico	1	2/3
Eslabón neumático	p.98 fig. 121	Gases	Demostración	1	1/4
Globo para pesar gases	p.98 fig. 122	Gases	Demostración / Medida (masa)	1	(líneas)
Ap. presión en todas direcciones (gases)	p.99 fig. 123	Gases	Demostración	1	1/4
Rompe vejigas	p.100 fig. 124	Gases	Demostración	1	1/4
Hemisferios de Magdeburgo	p.100 fig. 125	Gases	Demostración	1	(líneas)
Aparato para exp. de Torricelli	p.101 fig. 126	Gases	Demostración / Medida (presión)	1	1/3
Recipiente de dos barómetros	p.102 fig. 127	Gases	Estudio y demostración	1	1/4
Barómetro de cubeta	p.103 fig. 128	Gases	Medida (presión)	0	1/3
Barómetro de Fortin (detalle)	p.103 figs. 129- 130	Gases	Medida (presión)	0	1/3
Barómetro de sifón de Gay-Lussac	p.104 fig. 131	Gases	Medida (presión)	0	1/3
Barómetro de cuadrante	pp.104-105 fig. 132	Gases	Medida (presión)	0	1/3

Barómetro de Bourdon	p.107 fig. 133	Gases	Medida (presión)	0	1/3
Barómetro aneroide	p.108 figs. 134- 135	Gases	Medida (presión)	0	1/4
Aparato de estudio de la ley de Boyle-M.	pp.108-109 fig. 136	Gases	Demostración	1	1/3
Tubo de Mariotte	p.109 fig. 137	Gases	Demostración	1	1/2
Barómetro de cubeta profunda	pp.109-110 fig. 138	Gases	Demostración / Medida (presión)	1	1/3
Manómetro de aire libre	p.111 fig. 139	Gases	Medida (presión)	0	1/4
Manómetro de aire comprimido	p.111 fig. 140	Gases	Medida (presión)	0	1/4
Manómetro de columnas múltiples	p.112 fig. 141	Gases	Medida (presión)	0	1/3
Manómetro de Bourdon	p.112 fig. 142	Gases	Medida (presión)	0	1/4
Máquina neumática de un cuerpo de bomba	pp.113-114 figs.143-144	Gases	Producción de agentes físicos	0	1
Máquina neumática de dos cuerpos de bomba	p.115 fig. 145	Gases	Producción de agentes físicos	0	1/3
Fuente en el vacío	p.116 fig. 146	Gases	Demostración	1	1/4
Aparato para comprobar que hay aire en un huevo	p.117 fig. 147	Gases	Demostración	1	1/4
Máquina neumática de Bianchi	pp.117-118 figs. 148- 149	Gases	Producción de agentes físicos	0	1 1/4
Máquina neumática de compartimentos	p.118 fig. 150	Gases	Producción de agentes físicos	0	1/2
Bomba de compresión	p.120 figs. 151- 152	Gases	Producción de agentes físicos	0	1/3
Escopeta de viento	p.12 fig. 153	Gases	Recreativo	1	1/4
Fuente de compresión	p.121 fig. 154	Gases	Producción de agentes físicos	1	1/4
Fuente de Herón	p.121 fig. 155	Gases	Demostración / Recreativo	1	1/3
Bomba aspirante	p.122 fig. 156	Gases	Modelo tecnológico	0	1/3
Aparato para mostrar el efecto de la p.atm.	p.122 fig. 157	Gases	Demostración	1	1/4
Bomba aspirante (no impelente)	p.123 fig. 158	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba impelente (cuerpo de bomba)	p.124 fig. 159	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4

Bomba mixta (aspirante impelente)	p.124 sin fig.	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba de doble efecto	p.124 sin fig.	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba de incendios	p.124 fig. 160	Gases	Modelo tecnológico	0	1/3
Válvula de chapa [chapaleta]	p.125 fig. 161	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Válvula cónica	p.125 fig. 162	Gases	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Válvula de bola	p.125 fig. 163	Gases	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Fuente intermitente	p.125 fig. 164	Gases	Demostración / Recreativo	1	1/4
Pipeta, catavinos, bomba de tonelero o cala	pp.125-126 fig. 165	Gases	Uso no científico	0	1/4
Cafeteras y embudos mágicos	p.126 sin fig.	Gases	Recreativo	0	1/4
Botella mágica	p.126 fig. 166	Gases	Recreativo	1	1/4
Sifón	p.126 sin fig.	Gases	Auxiliar	0	1/3
Sifón para líquidos corrosivos	p.126 fig. 167	Gases	Auxiliar	0	(líneas)
Vaso de Tántalo	p.127 fig. 168	Gases	Recreativo	0	1/4
Baroscopio	p.128 fig. 169	Gases	Demostración	1	1/4
[Globo aerostático]	p.129 fig. 170	Gases	Tecnológico	0	1
[Paracaídas]	p.130 sin fig.	Gases	Tecnológico	0	1/4
Placa vibrante	p.132 fig. 171	Acústica	Estudio y demostración	1	1/4
Campana de vacío (con timbre)	p.132 fig. 172	Acústica	Demostración	1	1/4
Aparato de transmisión del sonido (péndulos)	p.133 fig. 173	Acústica	Demostración	1	1/4
Lámina vibrante	p.134 fig. 174	Acústica	Demostración	0	1/4
Sirena de Cagniard	p.136 fig. 175	Acústica	Medida (frecuencia)	2	1/4
Rueda dentada de Savart	p.137 sin fig.	Acústica	Medida (frecuencia)	1	1/4
Sonómetro	p.139 fig. 176	Acústica	Estudio y demostración	4	3/4

Diapasón	p.141 fig. 177	Acústica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Aparato para fijar el 0	p.148 fig. 180	Calor	Auxiliar	0	1/4
Aparato para fijar el 100	p.148 fig. 181	Calor	Auxiliar	0	1/4
Termómetro ordinario	p.148 fig. 182	Calor	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro de mínima de Rutheford	p.151 fig. 184	Calor	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro de máx. de Negretti y Zambra	p.151 fig. 185	Calor	Medida (temperatura)	0	(líneas)
Termómetro de máx. de Walferdin [de derrame]	p.151 fig. 186	Calor	Investigación	0	1/2
Termómetro diferencial de Leslie	pp.152, 206 fig. 234	Calor	Estudio y demostr. / Investigación	1	3/4
Termoscopio de Rumford	p.152 sin fig.	Calor	Investigación	0	1/4
Termómetro metálico de Breguet	p.152 fig. 187	Calor	Investigación	0	1/4
Pirómetro de Wedgwood	p.153 fig. 188	Calor	Tecnológico / Medida (temperatura)	0	1/2
Pirómetro de cuadrante	p.153 fig. 189	Calor	Estudio y demostr. / Medida	0	1/4
Aparato de Lavoisier y Laplace: dilat. lineal	p.155 fig. 190	Calor	Investigación	1	1/2
Dulong y Petit: dilatación cúbica	p.156 fig. 192	Calor	Investigación	1	1/2
Péndulo compensador	p.158 fig. 193	Calor	Tecnológico / Demostración	0	1/2
Péndulo compensador de Graham	p.158 fig. 194	Calor	Tecnológico / Demostración	0	1/4
Péndulo compensador de Harrison	p.158 sin fig.	Calor	Tecnológico / Demostración	0	1/4
Aparato para mostrar la dilatación del vaso en líquidos	p.159 fig. 195	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Dulong y Arago: dilatación del mercurio	p.160 fig. 196	Calor	Investigación	1	1/2
Termómetro de peso	p.161 fig. 197	Calor	Investigación	1	1/2
Aparato de Hoppe [Hope]	p.161 fig. 198	Calor	Demostración	1	1/3
Aparato de Gay-L. [termómetro de aire]: dilatación de los gases	p.162 fig. 199	Calor	Investigación	1	1/2
Tubo para la sobresaturac. de gases	p.165 fig. 200	Calor	Demostración	2	1/3

Aparato de tensiones de vapor en el vacío	p.167 fig. 201	Calor	Demostración / Medida	1	1/2
Barómetro de cubeta profunda	p.168 fig. 202	Calor	Demostración	2	1/3
Aparato para medir dilatación en vapores	p.169 fig. 203	Calor	Medida (presión)	1	1/4
Aparato de Gay-L.: tensión vapor de agua ($t^a < 0^{\circ}\text{C}$)	p.169 fig. 204	Calor	Medida (presión)	1	1/4
Aparato de Dalton: tensión vapor de agua ($t^a > 0^{\circ}\text{C}$)	pp.169-170 fig. 205	Calor	Medida (presión)	1	1/4
Aparato de Gay-L.: tensión mezcla de vap.	p.172 fig. 206	Calor	Medida (presión)	2	1/2
Pulsómetro de Franklin	p.175 fig. 207	Calor	Demostración / Medida (pulso)	1	1/4
Marmita de Papin	pp.175-176 fig. 208	Calor	Tecnológico / Demostración	1	1/2
Martillo de Donny	p.178 fig. 209	Calor	Demostración	1	1/3
Aparato de Boutigny	pp. 178-179 figs. 210-213	Calor	Estudio y demostración	3	1
Alambique	p.180 fig. 214	Calor	Uso no científico	0	3/4
Hipsómetro de Regnault	p.181 fig. 215	Calor	Medida (longitud)	1	1/2
Tubo de Faraday	p.182 fig. 216	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Thilorier (para el CO_2)	p.183 fig. 217	Calor	Investigación	1	1/2
Tubo en "U" (para medida higrométrica)	p.185 fig. 218	Calor	Auxiliar	1	1/4
Higrómetro de Daniell	p.185 fig. 219	Calor	Medida (humedad relativa)	1	3/4
Higrómetro de Regnault	p.186 fig. 220	Calor	Medida (humedad relativa)	1	1/4
Higrómetro de Saussure	p.187 fig. 221	Calor	Medida (humedad relativa)	1	1/3
Higroscopios	p.187 sin fig.	Calor	Recreativo	1	1/4
Calorímetro de Lavoisier y Laplace	p.190 fig. 222	Calor	Medida (calor específico)	1	1/2
Calorímetro de Despretz	p.192 fig. 223	Calor	Medida (calor latente de vaporización)	1	1/2
Aparato de Ingenhousz	p.193 fig. 224	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Despretz	p.194 fig. 225	Calor	Demostración	1	1/4

Lámpara de Davy [de minero]	p.194 fig. 226	Calor	Tecnológico	0	1/4
Probeta para mostrar prop. de la ebullición del agua	p.195 fig. 227	Calor	Demostración	1	1/4
Experiencia sobre corrientes de acarreo [convección]	p.195 sin fig.	Calor	Demostración	2	1/4
Termómetro de Rumford	p.195 fig. 228	Calor	Estudio y demostración	2	1/4
Pila termoeléctrica de Melloni	p.197 fig. 229	Calor	Demostración	1	1/4
Banco de Melloni	pp.198-203 figs. 230-232	Calor	Estudio y demostración	3	2
Espejos ustorios	pp.203-204 fig. 233	Calor	Demostración	2	1/2
Modelo del cilindro de Papin	p.208 fig. 235	Calor	Demostración / Modelo tecnológico	1	1/3
Máquinas de Savery, Newcomen y Cawley	pp.208-209 sin fig.	Calor	Tecnológico	0	3/4
Máquina de Watt de simple efecto	p.210 fig. 236	Calor	Modelo tecnológico	0	1/2
Caldera de máquina de vapor [no tubular]	p.211 fig. 237	Calor	Tecnológico	0	1/3
Modelo de locomotora Crampton	p.212 fig. 238	Calor	Modelo tecnológico	0	1/3
Aparato de Tyndall	pp.213-214 fig. 239	Calor	Demostración	1	2/3
Cámara oscura	p.219 fig. 242	Óptica	Demostración	1	1/3
Aparato de Fizeau	p.221 fig. 244	Óptica	Investigación	1	1/2
Fotómetro de Rumford	p.222 fig. 245	Óptica	Medida (intensidad)	1	1/4
Fotómetro de Bouger	p.223 fig. 246	Óptica	Medida (intensidad)	1	1/4
Fotómetro de bolsillo de Bunsen	p.223 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	1	1/4
Fotómetro de Burel	p.224 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	1	1/2
Fotómetro de Crookes	p.224 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/4
Fotómetro de Wheatstone	p.225 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/3
Aparato de Silberman (reflexión y refrac.)	pp.226, 241 fig. 263	Óptica	Demostración	2	1
Círculo astronómico (ley de la reflexión)	p.226 fig. 248	Óptica	Demostración	1	1/4

Espejos	pp.227-228, 230-237 figs. 249-257	Óptica	Estudio y demostración	13	6
Espejos de anamorfosis	p.239 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/4
Refracción en lámina plano paralela	pp.245-246 fig. 266	Óptica	Demostración	1	1/2
Lentes	pp.249-257 figs. 270-282	Óptica	Estudio y demostración	11	4
Lente de Fresnel	p.257 fig. 283	Óptica	Tecnológico	0	1/4
Prismas	pp.246-247, 258-260 figs. 267-269, 284- 285	Óptica	Demostración	7	1 1/2
Aparato de 7 espejos para recomponer la luz	p.260 fig. 286	Óptica	Demostración	1	1/4
Disco de Newton	p.261 sin fig.	Óptica	Demostración	1	1/2
Espectroscopio de Kirchhoff y Bunsen	p.263 fig. 287	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Prisma acromático	p.266 fig. 288	Óptica	Demostración	1	1/2
Estereoscopio	p.271 fig. 290	Óptica	Recreativo	1	1/4
Microscopio simple	pp.273-274 figs. 292, 293	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Microscopio compuesto	pp.274-275 figs. 294- 295	Óptica	Estudio y demostr. / Investigación	0	2/3
Prisma de Amici	p.275 fig. 296	Óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Porta-luz y microscopio solar	pp.229, 277 fig. 297	Óptica	Recreativo	0	1/2
Anteojos astronómicos	p.278 fig. 298	Óptica	Investigación	0	1/2
Anteojos terrestres	p.279 fig. 299	Óptica	Uso no científico	0	1/3
Anteojos de Galileo	p.279 fig. 300	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Telescopio de Gregory	p.280 fig. 301	Óptica	Demostración	0	1/2
Telescopio de Herschell	p.281 sin fig.	Óptica	Investigación	0	(líneas)
Telescopio de Newton	p.281 fig. 302	Óptica	Investigación	0	1/4
Cámara lúcida	pp.281-282 fig. 303	Óptica	Uso no científico	0	1/2
Cámara oscura	pp.282-283 fig. 304	Óptica	Demostración	0	1/3

Cámara fotográfica	p.285 sin fig.	Óptica	Tecnológico	0	1/4
Espejos de Fresnel	pp.286-287 fig. 305	Óptica	Demostración	1	1/2
Biprisma de Fresnel	p.287 fig. 306	Óptica	Demostración	1	1/4
Anillos de Newton	p.288 fig. 307	Óptica	Demostración	1	1/3
Aparato para estudiar conductib. en cristales	p.290 fig. 310	Óptica	Estudio y demostración	1	1/4
Espato de Islandia	p.291 fig. 311	Óptica	Demostración	1	1/3
Polariscopio de Biot	p.293 fig. 312	Óptica	Estudio y demostración	1	3/4
Polariscopio de Noremberg	pp.294-295 fig. 313	Óptica	Estudio y demostración	1	3/4
Atracción eléctrica (barras de lacre y vidrio)	p.296 fig. 314	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Péndulo eléctrico	p.297 fig. 15	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Balanza de Coulomb	pp.299-300 fig. 316	Electrostática	Investigación	3	1
Esfera hueca de Coulomb	p.301 fig. 317	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Manga de Faraday [Cazamariposas]	p.301 fig. 318	Electrostática	Demostración	1	1/4
Hemisferios de Biot [o de Cavendish]	p.302 fig. 319	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Aparato de Riess	pp.304-305 figs. 320- 321	Electrostática	Estudio y demostración	5	1 1/4
Electroscopio de Bennet [pan de oro]	pp.307-308 figs. 322- 323	Electrostática	Medida (carga eléctrica)	2	3/4
Electróforo	p.308 fig. 324	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Máquina de Ramsden	p.309 fig. 325	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1
Máquina de Nairne	pp.310-311 fig. 326	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/3
Máquina de Van Marum	p.311 sin fig	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/4
Máquina de Armstrong	p.311 sin fig.	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/4
"Nueva máquina de Holtz"	pp.311-312 fig. 327	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	2/3
Campanario eléctrico	p.313 fig. 328	Electrostática	Demostración	1	1/4

Mortero eléctrico	pp.313-314 fig. 329	Electrostática	Demostración	1	1/4
Molinete eléctrico	p.314 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	1/4
Condensador de Aepinus	pp.315-316 fig. 330	Electrostática	Estudio y demostración	2	1
Excitador de mangos de vidrio	p.317 fig. 331	Electrostática	Auxiliar	0	1/3
Excitador simple	pp.317-318 fig. 333	Electrostática	Auxiliar	1	1/4
Electroscopio condensador de Volta	pp.317-318 fig. 332	Electrostática	Medida	1	1/4
Cuadro de Leyden o cuadro fulminante de Franklin	p.318 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	1/4
Botella de Leyden	p.318 fig. 333	Electrostática	Estudio y demostr. / auxiliar	0	1/4
Botella de repique	p.319 fig. 334	Electrostática	Demostración	1	1/4
Botella de armaduras móviles	pp.319-320 fig. 335	Electrostática	Demostración	1	1/4
Batería eléctrica [de bocales]	p.320 fig. 336	Electrostática	Producción de agentes físicos	0	1/2
Taladra-cartas o taladra-vidrios	p.321 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	1/4
Excitador universal	pp.320-321 fig. 336	Electrostática	Estudio y demostración	1	1/4
Termómetro de Kinnersley	p.321 sin fig.	Electrostática	Demostración	1	1/4
Pistoleta y eudiómetro de Volta	p.321 sin fig.	Electrostática	Demostración	0	1/4
Imán natural	p.322 sin fig.	Magnetismo	Estudio y demostración	1	(líneas)
Imán artificial	p.322 sin fig.	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/4
Aguja magnética	p.323 fig. 337	Magnetismo	Estudio y demostr. / Auxiliar	3	1/3
Barra imanada	p.324 fig. 338	Magnetismo	Estudio y demostr. / Produc. de agentes físicos	1	1/4
Barra imanada (efectos de la rotura)	p.325 fig. 339	Magnetismo	Demostración	1	1/3
Brújula de declinación	p.328 fig. 343	Magnetismo	Medida	0	1/3
Brújula de inclinación	p.328-329 sin fig.	Magnetismo	Medida	0	1/4
Brújula marina	p.330 sin fig.	Magnetismo	Uso no científico	0	1/3

Sistema astático	p.330 sin fig.	Magnetismo	Demostración	0	1/4
Balanza de Coulomb [acciones magnéticas]	pp.330-331 fig. 344	Magnetismo	Investigación	3	1
Haz magnético con armadura y portapesos	p.333 fig.345	Magnetismo	Demostración	0	1/3
Experiencia de Galvani (pinzas)	p.334-335 fig. 346	Electrodinámica	Demostración	1	1/2
Electroscopio condensador de Volta	p.335 fig. 347	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Pila de Volta	pp.335-336 fig. 348	Electrodinámica	Demostración	1	1/2
Placas de cinc y cobre en agua acidulada	p.337 fig. 349	Electrodinámica	Demostración	1	1/4
Electroscopio condensador de Volta [teoría de la pila]	p.337 fig. 350	Electrodinámica	Demostración	1	1/4
Pila de artesa	p.339 fig. 351	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/3
Pila de corona	p.339 fig.352	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Smee	p.339 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de Wollaston	p.340 fig. 353	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Voltámetro	p.340 fig. 354	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/4
Pila de Daniell	pp.342 fig. 355	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Marié Davy	p.342 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Bunsen	p.343 figs. 356- 357	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Callaud y Minotto	p.344 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila universal de Delaurier	p.344 sin fig.	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Arco voltaico	pp.345-346 sin fig.	Electrodinámica	Tecnológico	0	1/2
Aguja imantada (exper.de Oersted)	pp.351-352 fig. 360	Electromagnetismo	Demostración / Auxiliar	1	1/3
Multiplificador de Schweigger	pp.352-353 fig. 361	Electromagnetismo	Demostración/Medida	0	1/4
Galvanómetro de Nobili	p.353 fig. 362	Electromagnetismo	Medida (corriente eléctrica)	0	1/4
Galvanómetro de Ruhmkorff	p.353 sin fig.	Electromagnetismo	Medida (corriente eléctrica)	2	1 1/4

Electroimán	pp.355-356 fig. 363	Electromagnetismo	Estudio y demostr. / Producción de agentes físicos	0	1/3
Telégrafo de Breguet (manipulador)	p.359 fig. 364	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/3
Telégrafo de Breguet (receptor)	pp.359-360 fig. 365	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/2
Telégrafo Morse (manipulador)	p.361 fig. 366	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo Morse (receptor)	p.362 fig. 367	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo impresor de Hughes	p.363 sin fig	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/3
Pantelégrafo Caselli	p.363 sin fig	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/4
Sustentáculo de Rave de corrientes móviles	pp.363-368 figs. 368-370, 375, 377	Electromagnetismo	Estudio y demostración	8	2
Bobinas de inducción de Electrodinámica (induc. por corrientes)	pp.371-372 figs. 378- 379	Electrodinámica	Demostración	6	1 1/3
Inducción por imanes en un disco de cobre	p.373 sin fig.	Electrodinámica	Demostración	1	1/3
Máquina electromag.. de Clarke	pp.374-377 fig. 380	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	2
Máq. de Ruhmkorff con interruptor de Foucault	p.377 fig. 381	Electrodinámica	Producción de agentes físicos	0	2
Par termoelectrico de Seebek	p.380 fig. 382	Electrodinámica	Estudio y demostración	1	1/4
Pila termoelectrica de Nobili y Melloni	pp.382-382 fig. 383	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	1/4
Pila termoelectrica de Becquerel	p.383 sin fig.	Electrodinámica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Anemómetro de Robinson	p.391 fig. 384	Meteorología	Medida (v del viento)	0	1/2
Pararrayos	p.401 sin fig.	Meteorología	Uso no científico	0	1
Eslabón de hidrógeno o de esponja de platino [Döbereiner]	pp.529-530 fig. 415	Química	Auxiliar	0	1/4

1.9 MÁRQUEZ Y CHAPARRO (1892)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER	PAGS. totales
Nonio	pp.10-11 fig. 1	Propiedades generales	Medida	0	1
Katetómetro	p.12 fig. 2	Propiedades generales	Medida	0	1/2
Cuba hidrargironeumática	p.13 sin fig.	Propiedades generales	Auxiliar	0	(líneas)
Piezómetro	p.14 fig. 3	Propiedades generales	Demostración	1	2/3
Eslabón neumático	p.15 fig. 4	Propiedades generales	Demostración	1	1/4
Lluvia de plata o de Diana	p.16 fig. 5	Propiedades generales	Demostración	1	1/4
Aparato de fuerzas centrales	p.36 fig. 16	Mecánica	Demostración	2	1/2
Aplastamiento de meridianos	p.37 fig. 17	Mecánica	Demostración	1	1/4
Plano inclinado	p.52 fig. 30	Mecánica	Demostración	1	1/3
Poleas y polipastos	p.53 fig. 31	Mecánica	Modelo tecnológico	0	3/4
Torno	p.54 fig. 32	Mecánica	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Cabrestante	p.55 fig. 33	Mecánica	Modelo tecnológico	0	1/4
Cabria	p.55 fig. 34	Mecánica	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Ruedas dentadas	p.55 fig. 35	Mecánica	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Tornillo	p.55 fig. 36	Mecánica	Modelo tecnológico	0	1/4
Tornillo micrométrico	p. 56 fig. 37	Mecánica	Medida	0	(líneas)
Cuña	p.56 fig. 38	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/4
Tornillo sin fin	p.57 fig. 39	Mecánica	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Planos de Magdeburgo	p.59 fig. 40	Mecánica	Demostración	1	1/4
Plomada	p.60 fig. 41	Mecánica	Demostración/Usos no científico	0	(líneas)
Conos en equilibrio	p.63 fig. 43	Mecánica	Demostración	0	(líneas)

Tubo de graves [Newton]	p.64 fig. 44	Mecánica	Demostración	1	1/3
Martillo de agua	p.64 fig. 45	Mecánica	Demostración	0	1/4
Máquina de Atwood	pp.64-66 fig. 46	Mecánica	Estudio y demostración	0	2
Balanza	pp.72-73 figs. 49, 50	Mecánica	Medida	0	1
Balanza de precisión	p.74 fig. 51	Mecánica	Medida	0	1
Balanza de Roberval	p.76 fig. 52	Mecánica	Uso no científico/Medida	0	1/2
Romana	p.77 fig. 53	Mecánica	Uso no científico/Medida	0	1/2
Báscula	p.77 fig. 54	Mecánica	Uso no científico/Medida	0	1/4
Transmisión no instantánea del movimiento	p.81 fig. 55	Mecánica	Demostración	0	1/4
Ap. Para la transmisión del movimiento	pp.82-83 fig. 56	Mecánica	Estudio y demostración	1	1
Ap. Choque elástico	p.83 fig. 57	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/4
Aparato princ. Pascal	p.85 fig. 59	Hidrostática	Demostración	0	1/4
Ap. Presión de abajo-arriba	p.87 fig. 61	Hidrostática	Demostración	0	1/3
Aparato de Haldat	p.87 fig. 62	Hidrostática	Demostración	1	1/3
Aparato presión lateral	p.88 fig. 64	Hidrostática	Demostración	1	(líneas)
Molinete hidráulico	p.89 fig. 65	Hidrostática	Demostración	0	1/4
Equilibrio líquidos diferente densidad	p.89 fig. 66	Hidrostática	Demostración	1	(líneas)
Vasos comunicantes	p.89 fig. 67	Hidrostática	Demostración	0	1/2
Nivel de agua	p.90 fig. 68	Hidrostática	Uso no científico	0	1/4
Nivel de aire	p.91 fig. 69	Hidrostática	Uso no científico	0	1/4
Balanza hidrostática	pp.92, 97 figs. 71, 72, 75	Hidrostática	Estudio y demostración/Medida (densidad)	1	½ 1/3
Ludión	p.93 fig. 73	Hidrostática	Recreativo	0	1/2
Frasco de los cuatro elementos	p.95 sin fig.	Hidrostática	Demostración	0	(líneas)

Areómetro de Nicholson	p.98 fig. 76	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/2
Areómetro de Fahrenheit	p.98 figs. 77, 78	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Pesa ácidos	p.99 fig. 79	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Areómetro universal	p.100 fig. 80	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/4
Alcohómetro centesimal (Gay-Lussac)	p.100 fig. 81	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/3
Frasco de las densidades (sólidos)	p.101 fig. 82	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/4
Frasco de las densidades (líquidos)	p.101 fig. 83	Hidrostática	Medida (densidad)	0	1/4
Tubos capilares	p.103 fig. 84	Hidrostática	Demostración	0	(líneas)
Tubos capilares comunicantes	p.103 fig. 85	Hidrostática	Demostración	0	1/4
[Láminas de Hauksbee]	p.103 fig. 86	Hidrostática	Demostración	0	1/4
Tubo capilar comunicante	p.105 fig. 89	Hidrostática	Demostración	0	(líneas)
Endosmómetro de Dutrochet	p.107 fig. 90	Hidrostática	Demostración/Medida	0	1/3
Dializador	p.108 fig. 91	Hidrostática	Estudio y demostración	0	1/4
Aparato de Charles	p.109 fig. 92	Hidrodinámica	Demostración	0	1/3
Flotador de Prony	p.111 fig. 94	Hidrodinámica	Auxiliar	0	1/4
Sifón flotador	p.111 sin fig.	Hidrodinámica	Auxiliar	0	(líneas)
Frasco de Mariotte	p.111 sin fig.	Hidrodinámica	Auxiliar	0	(líneas)
Ariete hidráulico	p.114 fig. 96	Hidrodinámica	Modelo tecnológico	0	1/3
Vejiga para expansión de los gases	p.115 fig. 97	Gases	Demostración	1	(líneas)
Globo para pesar gases	p.115 fig. 98	Gases	Demostración/Medida (masa)	1	(líneas)
Igualdad de presión en todas direcciones	p.115 fig. 99	Gases	Demostración	1	1/4
Rompe-vejigas	p.116 fig. 100	Gases	Demostración	1	(líneas)
Hemisferios de Magdeburgo	p.116 fig. 101	Gases	Demostración	1	1/4
Vaso de agua y papel (presión atmos)	p.117 fig. 102	Gases	Demostración	1	1/4

Tubo barométrico (Torricelli)	p.117 fig. 103	Gases	Demostración	1	1/3
Aparato de dos barómetros	p.117 fig. 104	Gases	Demostración	1	1/3
Barómetro de cubeta	p.118 fig. 105	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/3
Barómetro de sifón	p.118 fig. 106	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/3
Barómetro de Fortin	pp.119-120 figs. 107, 108	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/2
Barómetro de Gay-Lussac	p.121 fig. 109	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/4
Barómetro anerode (Vidi)	p.121 fig. 110	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/4
Barómetro de Bourdon	p.122 fig. 111	Gases	Medida (presión atmosférica)	0	1/4
Tubo de Mariotte	p.125 fig. 112	Gases	Demostración	1	1/3
Barómetro de cubeta profunda	p.126 fig. 113	Gases	Demostración	1	1/4
Manómetro de aire libre	p.126 fig. 114	Gases	Medida (presión manométrica)	0	1/4
Manómetro de aire comprimido	p.127 fig. 115	Gases	Medida (presión manométrica)	0	1/4
Manómetro de Bourdon	p.127 fig. 116	Gases	Medida (presión manométrica)	0	(líneas)
Baroscopio	p.127 fig. 117	Gases	Demostración	0	1/4
Aparato para mostrar difusión en gases	p.131 fig. 120	Gases	Demostración	1	1/4
Máquina neumática de émbolo	p.132 fig. 121	Gases	Producción de agentes físicos	0	1/2
Máquina neumática de dos cilindros	p.134 fig. 122	Gases	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Máquina neumática de dos cilindros	pp.134, 135, 138 figs. 123-129	Gases	Producción de agentes físicos	0	1
Máquina de Bianchi	pp.136-137 figs. 127, 128	Gases	Producción de agentes físicos	0	1
Máquina de compresión	p.138 fig. 130	Gases	Producción de agentes físicos	0	1/3
Fuente de compresión	pp.138-139 figs. 131-133	Gases	Producción de agentes físicos	0	2/3
Fuente en el vacío	p.140 fig. 134	Gases	Demostración	0	(líneas)
Pipeta	p.141 fig. 135	Gases	Uso no científico	0	1/3

Sifón	p.141 fig. 136	Gases	Auxiliar	0	1/2
Fuente de Herón	p.142 fig. 137	Gases	Demostración/Recreativo	0	1/4
Fuente intermitente	p.142 fig. 138	Gases	Demostración/Recreativo	0	1/2
Bomba aspirante	p.143 fig. 139	Gases	Modelo tecnológico	0	3/4
Bomba impelente	p.144 fig. 140	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba mixta	p.145 fig. 141	Gases	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Bomba de doble efecto	p.145 fig. 142	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Bomba de incendios	p.146 fig. 143	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Prensa hidráulica	p.146 fig. 144	Gases	Modelo tecnológico	0	1/4
Frasco de Mariotte	p.147 fig. 145	Gases	Auxiliar	0	1/2
Timbre extinción del sonido	p.149 fig. 146	Acústica	Demostración	1	1/4
Globo con campanilla	p.149 fig. 147	Acústica	Demostración	1	(líneas)
Espejos parabólicos: reflexión del sonido	p.151 fig. 148	Acústica	Demostración	1	(líneas)
Bocina	p.152 fig. 150	Acústica	Uso no científico	0	1/4
Trompetillas acústicas	p.153 fig. 151	Acústica	Uso no científico	0	1/4
Lente convergente para sonido	p.154 fig. 152	Acústica	Investigación	1	1/4
Tubo de interferencias	p.154 fig. 153	Acústica	Demostración	1	1/4
Interferencia en placas sonoras	p.155 fig. 154	Acústica	Demostración	1	1/4
Sirena de Cagniard Latour	p.158 fig. 156	Acústica	Medida (frecuencia)	0	1
VibroscoPIO de Duhamel	p.159 figs. 157, 158	Acústica	Medida (frecuencia)	0	1/4
Fonoautógrafo de Scott	p.160 fig. 159	Acústica	Estudio y demostración	0	1/4
Sonómetro	pp.164-165 figs. 160, 161	Acústica	Estudio y demostración	2	1
Diapasón	p.166 fig. 162	Acústica	Estudio y demostración	1	1/2
Varilla vibrante	p.167 fig. 163	Acústica	Estudio y demostración	1	1/4

Placa vibrante	pp.168-169 figs. 164-167	Acústica	Estudio y demostración	2	3/4
Tubos sonoros	pp.170-171 figs. 168, 169	Acústica	Estudio y demostración	0	1 1/4
Diapasón (resonancia)	p.171 fig. 170	Acústica	Demostración	1	(líneas)
Resonador de Savart	p.171 fig. 171	Acústica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Membrana para nodos en tubos sonoros	p.172 fig. 172	Acústica	Demostración	1	1/3
Llamas manométricas (Köenig)	pp.172-173 figs. 173, 174	Acústica	Estudio y demostración	1	3/4
Tubos y espejo giratorio (análisis)	p.174 fig. 175	Acústica	Estudio y demostración	1	(líneas)
Resonador de Helmholtz	p.174 fig. 176	Acústica	Demostración	0	1/4
Analizador [Koenig]	p.175 fig. 177	Acústica	Estudio y demostración	0	1/4
Fonógrafo de Edison	p.176 figs. 178, 179	Acústica	Tecnológico	0	3/4
Cámara oscura	p.180 fig. 181	Óptica	Uso no científico	0	1/4
Fotómetro de Bouguer	p.184 fig. 187	Óptica	Medida (intensidad)	0	(líneas)
Fotómetro de Rumford	p.184 fig. 188	Óptica	Medida (intensidad)	0	(líneas)
Fotómetro de Bunsen	p.185 sin fig.	Óptica	Medida (intensidad)	0	1/2
Aparato [de Silberman]	pp.186, 199 figs. 189, 203	Óptica	Demostración	1	1/3 3/4
Espejos	p.187, 192-196 fig. 190, 196- 201	Óptica	Demostración	0	3 ½
Polemoscopio	p.190 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	(líneas)
Sextante	p.190 sin fig.	Óptica	Medida	0	(líneas)
Portaluz de Duboscq	p.190 fig. 195	Óptica	Auxiliar	0	1/2
Heliostato	p.190 sin fig.	Óptica	Auxiliar	0	(líneas)
Kaleidoscopio	p.190 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	1/4
Caja catróptica	p.190 sin fig.	Óptica	Recreativo	0	(líneas)
Goniómetro de reflexión	p.191 sin fig.	Óptica	Medida	0	1/4

Aparato ley refracción	p.199 fig. 202	Óptica	Demostración	0	1/3
Prismas	pp.203-206, 216-218 figs. 210-215, 231-233	Óptica	Estudio y demostración	3	3
Aparato Biot y Arago índice de refracción en gases	p.207 fig. 216	Óptica	Investigación	1	1/2
Lentes	pp.208-214 figs. 217-229	Óptica	Estudio y demostración	0	4 1/3
Lente de Fresnel	p.215 fig. 230	Óptica	Tecnológico	0	(líneas)
Disco de Newton	p.218 fig. 234	Óptica	Estudio y demostración	1	1/4
Espectroscopio de Kirchhoff y Bunsen	pp.221-222 figs. 236, 237	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Fosforoscopio de Becquerel	pp.223-224 figs. 239, 240	Óptica	Investigación	0	1/2
Prisma acromático	p.225 fig. 241	Óptica	Demostración	0	(líneas)
Lente acromática	p.226 fig. 242	Óptica	Demostración	0	3/4
Estereoscopio	p.231 figs. 248, 249	Óptica	Recreativo	0	3/4
Cámara lúcida	p.232 fig. 250	Óptica	Uso no científico	0	1/4
Cámara oscura	p.232 fig. 251	Óptica	Uso no científico	0	1/4
Cámara fotográfica	p.233 fig. 252	Óptica	Tecnológico	0	1/4
Cámara oscura portátil	p.233 figs. 253, 254	Óptica	Uso no científico	0	(líneas)
Linterna mágica	p.234 figs. 255, 256	Óptica	Recreativo	0	1/3
Microscopio solar	p.235 figs. 257, 258	Óptica	Recreativo	0	1/4
Microscopio simple	p.236 fig. 259	Óptica	Estudio y demostración	0	1/2
Microscopio compuesto (Nacht)	pp.236-237 figs. 260, 261	Óptica	Estudio y demostr. / Investigación	0	1
Microscopio de Amici	p.238 fig. 262	Óptica	Estudio y demostr. / Investigación	0	(líneas)
Microscopio binocular (Nacht)	pp.238-239 figs. 263-265	Óptica	Estudio y demostr. / Investigación	0	1/2
Anteojo astronómico	p.239 fig. 266	Óptica	Investigación	0	1/4
Anteojo terrestre	p.240 figs. 267, 268	Óptica	Uso no científico	0	1/4

Anteojos de Galileo	p.240 fig. 269	Óptica	Estudio y demostración	0	(líneas)
Gemelos de teatro	p.241 fig. 270	Óptica	Uso no científico	0	(líneas)
Telescopio de Newton	p.241 fig. 271	Óptica	Investigación	0	1/4
Aparato para anillos de Newton	p.247 figs. 276, 277	Óptica	Demostración	1	3/4
Cristal de espatos de Islandia	pp.249-251 figs. 279-281	Óptica	Demostración	0	½ 3/4
Pila de cristales	p.253 fig. 283	Óptica	Demostración	1	(líneas)
Prisma de Nicol	p.253 fig. 284	Óptica	Demostración	0	1/4
Pinzas de turmalina	p.254 fig. 285	Óptica	Estudio y demostración	1	1/3
Polariscopio de Norremberg	p.256 figs. 292, 293	Óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Anillo de s'Gravesande	p.258 fig. 294	Calor	Demostración	1	1/4
Dilatómetro de cuadrante	p.258 fig. 295	Calor	Medida (dilatación lineal)/Demostración	1	1/4
Ap. Dilatación en líquidos y gases	p.259 fig. 296	Calor	Estudio y demostración	1	1/4
Termómetro de mercurio	p.260 figs. 297-299	Calor	Medida (temperatura)	0	1
Aparato para fijar el 0 del termómetro	p.261 fig. 300	Calor	Auxiliar	0	1/4
Aparato para fijar el 100 del termómetro	p.262 fig. 301	Calor	Auxiliar	0	1/4
Termómetro de alcohol	p.262 sin fig.	Calor	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro de máxima y mínima	p.262 fig. 302	Calor	Medida (temperatura)	0	1/3
Termómetro de Breguet	p.263 fig. 303	Calor	Medida (temperatura)	0	1/4
Termómetro diferencial de Leslie	p.264 fig. 304	Calor	Medida (temperatura)	0	1/4
Termoscopio de Rumford	p.264 fig. 305	Calor	Medida (temperatura)	0	1/4
Pirómetro de Brongniart	p.264 fig. 306	Calor	Medida (temperatura)	0	1/4
Ap. De Dulong y Petit: dilat. Absoluta Hg	pp.268-269 fig. 307	Calor	Investigación	1	1
Termómetro de peso	p.270 fig. 308	Calor	Investigación	1	2/3
Aparato de Hope (Máxima densidad del	p.271 fig. 309	Calor	Demostración	1	1/2

agua)					
Aparato de Lavoisier y Laplace: dilat. Lineal	p.273 figs. 310, 311	Calor	Investigación	2	1 1/4
Péndulo compensador de parrilla	p.274 fig. 312	Calor	Tecnológico / Demostración	0	1/3
Ap. Gay-Lussac: dilatación de los gases	p.275 fig. 313	Calor	Investigación	1	1
Termómetro de aire de Gay-Lussac	p.276 sin fig.	Calor	Investigación	1	1/2
Ap. Regnault: densidad de los gases	p.277 fig. 314	Calor	Investigación	1	1
Ap. 4 barómetros: tensión de vapor en el vacío	p.286 fig. 317	Calor	Demostración	1	1/4
Barómetro de cubeta profunda (fuerza elástica del vapor)	p.286 fig. 318	Calor	Demostración	1	1/4
Ap. de Gay-L.: tensión de una mezcla de vapores y gases	p.287 fig. 319	Calor	Medida (presión)	0	2/3
Experiencia [pulsómetro] de Franklin	p.291 fig. 321	Calor	Demostración/multiuso	1	1/4
Marmita de Papin	p.291 fig. 322	Calor	Tecnológico / Demostración	0	1/2
Hipsómetro	p.292 fig. 323	Calor	Medida (altura)	0	1/4
Martillo de Donny	p.293 fig. 324	Calor	Demostración	0	(líneas)
Aparato de Boutigni: estado esferoidal	p.294 figs. 325, 326	Calor	Estudio y demostración	2	3/4
Aparato de Thilorier (para el CO ₂)	p.296 fig. 327	Calor	Investigación	0	3/4
Tubo de Faraday	p.297 fig. 328	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Bianchi: liquidación	p.297 fig. 329	Calor	Investigación	1	1/4
Aparato de Cailletet: liquidación	p.298 fig. 330	Calor	Demostración	1	1/2
Alambique	p.299 fig. 331	Calor	Uso no científico	0	1/2
Ap. de Gay-Lussac: tensión de vapor $t^a < 0^{\circ} C$	p.301 fig. 333	Calor	Medida/Demostración	0	1/3
Ap. de Regnault: tensión del vapor $0 < t^a < 100^{\circ} C$	p.301 fig. 334	Calor	Medida/Demostración	0	1/3
Ap. de Regnault: tensión de vapor $t^a > 100^{\circ} C$	p.302 fig. 335	Calor	Medida/Demostración	0	1/2
Ap. de Dumas: densidad de un vapor	p.304 fig. 336	Calor	Medida (densidad)	0	3/4

Aparato de Melloni	pp.305-306, 308, 309, 311, 312, 314, 316 figs. 337-341, 343, 344, 346, 347, 349, 353	Calor	Estudio y demostración	8	3 1/4
Termómetro de Rumford	p.307 fig. 342	Calor	Medida	0	(líneas)
Espejos ustorios	p.310 fig. 345	Calor	Demostración	1	1/3
Aparato de Ritchie	p.313 fig. 348	Calor	Demostración	1	1/3
Lámpara de Locatelli	p.314 figs. 349, 353	Calor	Auxiliar	0	(líneas)
Espiral de platino y lámpara de alcohol	p.315 fig. 350	Calor	Auxiliar	0	(líneas)
Placa de cobre y lámpara de alcohol	p.315 fig. 351	Calor	Auxiliar	0	(líneas)
Cubo [de Leslie] y lámpara de alcohol	p.315 fig. 352	Calor	Auxiliar	0	(líneas)
Barras con esferas de marfil adheridas con cera (conductibilidad)	p.318 fig. 354	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Ingenhousz	p.319 fig. 355	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Despretz: conduct. en sólidos	p.320 fig. 356	Calor	Demostración	1	1/4
Tubo de Rumford: mala conductibilidad de los líquidos	p.322 fig. 358	Calor	Demostración	1	1/4
Aparato de Despretz: conduct. en líquidos	p.322 fig. 359	Calor	Demostración	1	1/4
Tubo de Magnus: conduct. en gases	p.323 fig. 360	Calor	Demostración	1	1/4
Lámpara de seguridad de Davy	p.324 fig. 362	Calor	Tecnológico	0	1/4
Torta de cera (calor esp. en sólidos)	p.326 fig. 364	Calor	Demostración	1	1/4
Calorímetro de Regnault	p.328 fig. 365	Calor	Investigación	1	1
Calorímetro de Lavoisier y Laplace	p.329 fig. 367	Calor	Medida (calor esp.)	0	1/3
Calorímetro para calor de vaporización	p.333 fig. 368	Calor	Medida (calor de vap.)	0	1/2
Eslabón neumático	p.335 fig. 369	Calor	Demostración	1	(líneas)
Aparato de Tyndall	p.336 fig. 370	Calor	Demostración	1	1/4

Aparato de Foucault	p.337 fig. 371	Calor	Investigación	1	(líneas)
Aparato de Joule (equivalente mecánico del calor)	p.338 fig. 372	Calor	Investigación	1	1
Pirheliómetro de Pouillet	p.341 fig. 373	Calor	Medida (calor radiado)	0	1/2
Radiómetro de Crookes	p.342 fig. 374	Calor	Demostración	0	1/3
Máquina de vapor de Watt	pp.343-348 figs. 377, 378	Calor	Modelo tecnológico	0	4
Caldera de máquina de vapor	p.346 figs. 375, 376	Calor	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Locomotora de vapor	p.349 fig. 379	Calor	Modelo tecnológico	0	1/3
Hélice de barco de vapor	p.350 fig. 380	Calor	Modelo tecnológico	0	1/4
Barra de vidrio: atracción eléctrica	p.351 fig. 381	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/3
Pila de Cu y Zn	pp.352, 396 figs. 382, 430	Electricidad	Estudio y demostración	0	¼ 1/3
Péndulo eléctrico	p.354 fig. 383	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/2
Discos de vidrio y metal forrado	p.355 fig. 384	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/2
Balanza de Coulomb	pp.359-361, 427 figs. 385, 478	Electricidad	Investigación	4	3 1/2
Esfera y cilindro aislados	p.362 fig. 386	Electricidad	Estudio y demostración	2	1
Esfera y péndulo eléctrico	p.363 fig. 387	Electricidad	Estudio y demostración	1	1/4
Electroscopio de pan de oro [Bennet]	p.364 fig. 388	Electricidad	Medida (carga)	1	3/4
Electroscopio de cuadrante	p.365 fig. 389	Electricidad	Medida (carga)	0	(líneas)
Esfera hueca y plano de prueba	p.366 fig. 390	Electricidad	Demostración	1	(líneas)
[Manga de Faraday]	p.366 fig. 391	Electricidad	Demostración	1	(líneas)
Esfera y hemisferios huecos	p.366 fig. 392	Electricidad	Demostración	1	1/4
Jaula de Faraday	p.368 sin fig.	Electricidad	Demostración	1	1/4
Esferas aisladas sobre corredora	p.369 fig. 393	Electricidad	Demostración	1	1/2
Máquina de Guericke	p.370 sin fig.	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	(líneas)

Máquina de Ramsden	p.371 fig. 394	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1
Máquina de Nairne	p.372 fig. 395	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/3
Máquina hidroeléctrica de Amstrong	pp.373-374 figs. 396, 397	Electricidad	Investigación	0	1/4
Electróforo	p.374 fig. 398	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/4
Máquina de Holtz	p.375 fig. 399	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1
Máquina de Carré	p.376 fig. 400	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	3/4
Máquina de Wimshurst	p.377 fig. 401	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/3
Repique eléctrico	p.378 fig. 402	Electricidad	Demostración/Recreativo	0	1/4
Granizo eléctrico	p.378 fig. 403	Electricidad	Demostración/Recreativo	0	1/4
Danza eléctrica	p.378 sin fig.	Electricidad	Recreativo	0	(líneas)
[Molinete eléctrico]	p.379 fig. 404	Electricidad	Demostración	0	1/4
Viento eléctrico	p.380 fig. 405	Electricidad	Demostración	0	(líneas)
Globo centelleante	p.380 fig. 406	Electricidad	Demostración	0	1/4
Tubo centelleante	p.380 fig. 407	Electricidad	Demostración	0	1/4
Cuadro centelleante	p.380 fig. 408	Electricidad	Demostración	0	(líneas)
Condensador de Aepinus	p.381 fig. 409	Electricidad	Estudio y demostración	1	1 1/4
Excitador simple	p.383 sin fig.	Electricidad	Auxiliar	0	(líneas)
Excitador de mangos de vidrio	p.383 fig. 410	Electricidad	Auxiliar	0	(líneas)
Excitador universal	p.383 fig. 411	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/4
Cuadro fulminante	p.384 fig. 412	Electricidad	Demostración	1	¼
Botella de Leyden	p.385 figs. 413, 414	Electricidad	Estudio y demostración	0	½
Botella de repique	p.386 fig. 415	Electricidad	Demostración	1	(líneas)
Torta de resina	p.386 fig. 416	Electricidad	Demostración	1	1/2
Batería eléctrica de jarras	pp.386-387, 457	Electricidad	Producción de agentes físicos	1	1/4

	figs. 417, 418 510				
Batería eléctrica de jarras, excitador universal y excitador de mangos de vidrio	p.387 fig. 418	Electricidad	Estudio y demostración	1	(líneas)
Electrómetro condensador de Volta	p.387 fig. 419	Electricidad	Medida (carga)	0	1/4
Taladravidrios	p.389 fig. 420	Electricidad	Demostración	0	1/4
Mortero eléctrico	p.389 fig. 421	Electricidad	Demostración	0	(líneas)
Termómetro de Kinnersley	p.389 fig. 422	Electricidad	Demostración	1	1/4
Huevo eléctrico	p.391 fig. 426	Electricidad	Demostración	0	1/4
Pistolete de Volta	p.391 fig. 427	Electricidad	Demostración	1	1/4
Eudiómetro	p.392 fig. 428	Electricidad	Estudio y demostración	0	(líneas)
Eudiómetro de agua	p.392 fig. 429	Electricidad	Investigación	1	1/2
Pinzas para la experiencia de Galvani	p.397 fig. 431	Electricidad	Demostración	1	1/3
Pila de Volta	p.398 fig. 432	Electricidad	Estudio y demostración	0	1/4
Pila de tazas (Volta)	p.398 fig. 433	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de artesa	p.399 fig. 434	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de Wollaston	p.399 fig. 435	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Hare	p.400 fig. 436	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila seca de Zamboni	p.400 fig. 437	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Electroscopio de Bohnenberger	p.401 fig. 438	Electricidad	Medida (carga)	0	1/4
Pila de Daniell	p.402 fig. 439	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/3
Pila de Callaud	p.403 fig. 440	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Grove	p.403 fig. 441	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila de Bunsen	pp.403-404 figs. 442, 443	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila de Leclanché	p.404 fig. 444	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4

Pila de bicromato potásico	p.404 fig. 445	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/4
Acumulador de Planté	p.407 fig. 446, 447	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	2/3
Acumulador de Fauré	p.408 sin fig.	Electricidad	Producción de agentes físicos	0	1/2
Soporte de Obelliane para corrientes móviles	pp.410-416 figs. 448-451, 456-462	Electricidad	Estudio y demostración	10	3
Aparato de corrientes angulares	p.413 fig. 454	Electricidad	Estudio y demostración	1	(líneas)
Imán	p.418 fig. 463	Magnetismo	Estudio y demostración	0	1/4
Aguja imantada	pp.418, 423 fig. 464-466, 473	Magnetismo	Estudio y demostración	1	1/4
Haz magnético	pp.421-422 figs. 469-471	Magnetismo	Producción de agentes físicos	0	1/4
Piedra imán armada	p.422 fig. 472	Magnetismo	Estudio y demostración	0	(líneas)
Brújula de declinación (Gambey)	p.424 fig. 474	Magnetismo	Medida	0	1/3
Brújula de inclinación	p.425 fig. 475	Magnetismo	Medida	0	2/3
Agujas astáticas	p.426 fig. 476	Magnetismo	Estudio y demostración	0	1/4
Brújula marina	p.426 fig. 477	Magnetismo	Uso no científico	0	1/3
Aparato de Oersted	p.428 fig. 479	Magnetismo	Demostración	1	1/4
Electroimán	p.431 fig. 483	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	1/4
Electroimán cargado	p.431 fig. 484	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	1/4
Aparato de Faraday: magnetismo y diamagnetismo	pp.432-433, 452 figs. 485-488, 505	Electromagnetismo	Investigación	4	1 1/2
Multiplicador	p.435 fig. 489	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	1/3
Galvanómetro de Nobili	p.436 fig. 490	Electromagnetismo	Medida	0	1/3
Galvanómetro diferencial	p.436 sin fig.	Electromagnetismo	Medida	0	1/4
Brújula de senos	p.437 fig. 491	Electromagnetismo	Medida	0	1/3
Aparato de Seebeck: termoelectricidad	p.439 fig. 494	Electromagnetismo	Demostración	1	1/2
Pilas termoeléctricas	p.440 sin fig.	Electromagnetismo	Estudio y demostración	0	3/4

Carrete de inducción	pp.448-449, 450 figs. 502, 503	Electromagnetis mo	Demostración	3	1 1/4
Aparato de Arago (inducción en disco giratorio)	p.452 fig. 504	Electromagnetis mo	Demostración	1	1/3
Carrete de Ruhmkorff	pp.453-457 figs. 506-510	Electromagnetis mo	Producción de agentes físicos	0	3
Carrete de Ruhmkorff y batería de jarras	p.457 fig. 510	Electromagnetis mo	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Máquina de Pixii	p.458 sin fig.	Electromagnetis mo	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Máquina de Clarke	pp.458-459 figs. 511, 512	Electromagnetis mo	Producción de agentes físicos	0	2/3
Máquina de la Alianza (Nollet)	p.460 sin fig.	Electromagnetis mo	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Carrete de Siemens	p.460 figs. 513, 514	Electromagnetis mo	Producción de agentes físicos	0	1/2
Máquina de Gramme de gabinete	pp.461-463 figs. 515-518	Electromagnetis mo	Producción de agentes físicos	0	2
Arco voltaico	p.468 fig. 522	Electromagnetis mo	Modelo tecnológico	0	2/3
Huevo eléctrico	p.470 fig. 524	Electromagnetis mo	Estudio y demostración	0	1/4
Tubo de Geissler	p.471 figs. 525-527	Electromagnetis mo	Estudio y demostración	0	1/4
Voltámetro	p.472 fig. 528	Electromagnetis mo	Estudio y demostración	1	2/3
Aparato para electrolisis de sales	p.473 fig. 529	Electromagnetis mo	Estudio y demostración	1	2/3
Telégrafo de cuadrante (Breguet)	pp.475-478 figs. 530-533	Electromagnetis mo	Modelo tecnológico	0	1 1/2
Timbre eléctrico	p.479 fig. 534	Electromagnetis mo	Modelo tecnológico	0	1/3
Manipulador Morse	p.479 fig. 535	Electromagnetis mo	Tecnológico	0	1/4
Receptor Morse	pp.480-481 figs. 536, 537	Electromagnetis mo	Tecnológico	0	3/4
Teléfono (Bell)	p.482 figs. 538, 539	Electromagnetis mo	Tecnológico	0	2/3
Teléfono (Ader)	p.483 fig. 540	Electromagnetis mo	Tecnológico	0	1/3
Teléfono Edison	p.484 fig. 541	Electromagnetis mo	Tecnológico	0	1/2
Micrófono Hughes	p.485 fig. 542	Electromagnetis mo	Tecnológico	0	1/3
Micrófono Ader	p.485 fig. 543	Electromagnetis mo	Tecnológico	0	1/4

Lámpara de arco	p.487 fig. 544	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1
Regulador de lámpara de arco	pp.488-489 figs. 545, 546	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1
Bujía de Jablochhoff	p.490 fig. 547	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/4
Lámparas de incandescencia	pp.490-492 figs. 548-550	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1/3
Aparato de galvanoplastia	p.493 fig. 551	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1
Motores eléctricos	p.495 sin fig.	Electromagnetismo	Tecnológico	0	1
Anemómetro de Robinson	p.518 fig. 557	Meteorología	Medida (V. del viento)	0	1/3
Higrómetro de Brunner	p.521 fig. 558	Meteorología	Medida (H. relativa)	0	1/3
Higrómetro de Saussure	p.522 fig. 559	Meteorología	Medida (H. relativa)	0	2/3
Higrómetro de Daniell	p.523 fig. 560	Meteorología	Medida (H. relativa)	0	1/2
Higrómetro de Regnault	p.524 fig. 561	Meteorología	Medida (H. relativa)	0	1/3
Psicrómetro	p.524 fig. 562	Meteorología	Medida (H. relativa)	0	1/4
Pluviómetro o udiómetro	p.529 fig. 567	Meteorología	Medida (precipitación)	0	1/4
Electroscopio para electricidad atmosférica	p.533 fig. 569	Meteorología	Investigación	0	1/4
Electroscopio de Peltier	p.533 fig. 570	Meteorología	Investigación	0	1/4
Modelo de casa con pararrayos	p.538 fig. 571	Meteorología	Modelo didáctico	0	2/3

1.10 MIR PEÑA (1925)

INSTRUMENTO	SITUACIÓN en el libro	MATERIA	TIPO DE INSTR.	EXPER	PAGS. totales
Metro tipo	p.9 fig. 2	Medidas en general	Medida	0	1/4
Nonio	pp. 9-10 figs. 3, 4	Medidas en general	Medida	0	1
Catetómetro	pp.10-11 fig. 5	Medidas en general	Medida	0	1/3
Esferómetro	p. 11 fig. 6	Medidas en general	Medida	0	1/4
Nonio de ángulos	pp.11-12 fig. 7	Medidas en general	Medida	0	1/4
Probeta: medida del volumen de un cuerpo irregular	p.13 fig. 14	Medidas en general	Medida/multiuso	0	(líneas)
Aparato para comprobar expansión de los gases	p.17 fig. 16	Propiedaes de la materia	Demostración	1	1/4
Aparato para medir torsión en varillas	p.30 fig. 24	Propiedaes de la materia	Demostración/medida	0	(líneas)
Endosmómetro	p.33 fig. 26	Propiedaes de la materia	Medida	0	1/4
Dializador	p.33 fig. 27	Propiedaes de la materia	Estudio y demostración	0	1/4
Planos de Magdeburgo	p.36 sin fig.	Propiedaes de la materia	Estudio y demostración	0	1/4
Armazón para figuras de Plateau	p.36 fig. 29	Propiedaes de la materia	Estudio y demostración	0	1/4
Aros para experiencias de tensión superficial	p.37 fig. 30	Propiedaes de la materia	Demostración	1	1/4
Tubos capilares	pp. 37-38 figs. 31, 32	Propiedaes de la materia	Demostración	2	1/4
[Láminas de Hauksbee]	p.37 sin fig.	Propiedaes de la materia	Demostración	1	(líneas)
Tribómetro	p.39 fig. 33	Propiedaes de la materia	Demostración/medida (coef. Rozamiento)	0	1/4
Cojinete de bolas	p.41 fig. 34	Propiedaes de la materia	Tecnológico	0	(líneas)
Dinamómetro de resorte	pp.43-44, 52 figs. 35, 49	Mecánica	Medida (masa)/Demostración	1	1/2
Dinamómetro de flejes	pp.43-44 fig. 36	Mecánica	Medida (masa/fuerza)	0	(líneas)
Dinamómetro de platillo [báscula]	pp.43-44 fig. 37	Mecánica	Medida (masa)	0	1/3
Aparato de Delaunay (paralelogramo)	p.46 fig. 41	Mecánica	Demostración	0	1/2

Hélices propulsoras	p.57 fig. 57	Mecánica	Uso no científico	0	(líneas)
Plomada	p.60 fig. 61	Mecánica	Demostración/Uso no científico	1	1/4
Elipsoides en equilibrio estable e inestable y esfera	p.63 fig. 63	Mecánica	Demostración	0	(líneas)
Tentemozo	p.64 fig. 64	Mecánica	Recreativo	0	(líneas)
Lápiz con navajas en equilibrio	p.65 fig. 65	Mecánica	Recreativo	0	(líneas)
Experiencia de Jolly: balanza sensible	pp.63-64 fig. 66	Mecánica	Investigación	0	1/4
Frasco de las densidades	p.65 fig. 67	Mecánica	Medida (densidad)	0	1
Tubo de Newton	p.74 fig. 68	Mecánica	Demostración	1	1/4
Martillo de agua	p.75 fig. 69	Mecánica	Demostración	1	1/4
Luz estroboscópica y fotografía: caída de los cuerpos	p.75 fig. 70	Mecánica	Investigación	1	1/3
Máquina de Atwood	pp. 76-77 figs. 71, 72	Mecánica	Estudio y demostración	3	1 1/4
Péndulo	p.78 fig. 73	Mecánica	Estudio y demostración	0	3/4
Aparato para las leyes del péndulo	pp.78-79 fig. 74	Mecánica	Demostración	4	2/3
Péndulo de Foucault	p.81 fig. 75	Mecánica	Demostración	1	2/3
Aparato de Gravesande: mov. Parabólico	p.87 fig. 79	Mecánica	Demostración	1	1/4
Aparato de fuerzas centrales	pp. 89-90 figs. 81, 82	Mecánica	Estudio y demostración	3	1/3
Transmisión no instantánea del movimiento	p.90 fig. 84	Mecánica	Estudio y demostración	1	(líneas)
Ap. Choque elástico	p.92 fig. 85	Mecánica	Estudio y demostración	1	1/4
Ap. Transmisión del mov.	p.92 fig. 86	Mecánica	Estudio y demostración	1	(líneas)
Ap. Choque oblicuo	p.93 fig. 88	Mecánica	Estudio y demostración	1	1/4
Plano inclinado	p.101 fig. 93	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/4
Tijeras (Primer género)	p.103 fig. 98	Mecánica	Uso no científico	0	(líneas)
Cascanueces (2º)	p.103 fig. 99	Mecánica	Uso no científico	0	(líneas)

Cerradura y llave	p.103 figs. 101, 102	Mecánica	Uso no científico	0	1/4
Balanza	p.104 fig. 104	Mecánica	Medida	0	1/3
Balanza sensible	pp.105-106 fig. 106	Mecánica	Medida	0	2/3
Balanza de Roberval	p.107 fig. 107	Mecánica	Uso no científico/Medida	0	1/4
Romana	p.107 fig. 108	Mecánica	Medida/ Estudio y demostración	0	1/4
Báscula	p.108 fig. 109	Mecánica	Uso no científico/Medida	0	1/3
Polea fija	p.108 fig. 110	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/3
polea móvil	p.109 fig. 111	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/4
Torno	p.109 fig. 112	Mecánica	Modelo tecnológico	0	1/4
Cabrestante	p.110 fig. 114	Mecánica	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Modelo de Tornillo	p.111 fig. 116	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/3
Cuña	p.112 fig. 117	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/4
Ap. Combinación de palancas	p.113 fig. 118	Mecánica	Estudio y demostración	0	1/3
Polipasto	p.114 fig. 119	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	1/3
Cabria	p.114 fig. 120	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	(líneas)
Grúa	p.114 sin fig.	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	1/4
Modelo de engranajes a 45°	p.115 fig. 121	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	(líneas)
Modelo de engranajes rectos	p.115 fig. 122	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	(líneas)
Modelo de tornillo sin fin	p.115 fig. 123	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	1/3
Cric o gato	p.115 sin fig.	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	(líneas)
Cuerda sin fin	p.115 sin fig.	Mecánica	Tecnológico/Demostración	0	(líneas)
Combinación de palancas	p.116 fig. 124	Mecánica	Demostración	0	(líneas)
Presión de los líquidos	p.117 fig. 125	Fluidos	Demostración/Multiuso	1	1/4

Ap. Empuje de los líquidos	p.118 fig. 126	Fluidos	Demostración/Multiuso	1	(líneas)
Ap. Aumento de presión con la profundidad	p.119 fig. 127	Fluidos	Demostración	1	1/3
Aparato de Haldat	p.119 fig. 128	Fluidos	Demostración	1	1/2
Ap. Presión lateral	p.120 fig. 130	Fluidos	Demostración	1	1/4
Ap. Principio de Pascal	p.121 fig. 133	Fluidos	Demostración	0	1/4
Prensa hidráulica	pp.121-122 fig. 134	Fluidos	Modelo tecnológico	0	¼
Ascensor hidráulico	p.122 fig. 135	Fluidos	Tecnológico	0	1/3
Vasos comunicantes	p. 123 figs. 136, 137	Fluidos	Demostración	0	¼
Nivel de agua	p.124 fig. 139	Fluidos	Uso no científico	0	(líneas)
Balanza hidrostática (princ. Arquímedes)	p.125 fig. 141	Fluidos	Demostración	2	1/3
Areómetros de Baumé	p.127 fig. 146	Fluidos	Medida (densidad)	0	½
Ap. Velocidad de la vena líquida [frasco de Mariotte]	p.131 fig. 148	Fluidos	Demostración	1	¼
Molinete hidráulico	p.132 sin fig.	Fluidos	Demostración	1	(líneas)
[Trompa de agua]	p.132 sin fig.	Fluidos	Demostración/Auxiliar	1	1/3
Rueda hidráulica (mov. Inferior)	p.133 fig. 149	Fluidos	Tecnológico	0	(líneas)
Rueda hidráulica (mov. superior)	p.133 fig. 150	Fluidos	Tecnológico	0	(líneas)
Rodete	p.133 fig. 151	Fluidos	Tecnológico	0	(líneas)
Turbina	pp.133-134 fig. 152	Fluidos	Tecnológico	0	1/3
Eslabón neumático	p.134 fig. 153	Fluidos	Demostración	0	¼
Ap. Transmisión de la presión en todas direcciones	p.134 fig. 154	Fluidos	Demostración	0	¼
Rompevejigas	p.136 fig. 156	Fluidos	Demostración	1	¼
Tubo de Torricelli (experiencia)	p.137 fig. 157	Fluidos	Demostración	1	½
Barómetro de Fortin	p.137 fig. 158	Fluidos	Medida (presión)	0	¼

Barómetro de cubeta	p.137 sin fig.	Fluidos	Medida (presión)	0	1/3
Barómetro de escala móvil	p.138 fig. 159	Fluidos	Medida (presión)	0	(líneas)
Barómetro de sifón (Gay-Lussac)	p.138 fig. 160	Fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro de Bourdon	p.139 fig. 161	Fluidos	Medida (presión)	0	(líneas)
Barómetro de Vidi	p.139 fig. 162	Fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Barómetro registrador (de Richard)	p.140 fig. 163	Fluidos	Medida (presión)	0	1/4
Manómetro de aire libre	p.142 fig. 165	Fluidos	Medida (presión manométrica)	0	1/2
Manómetro de Bourdon	p.143 sin fig.	Fluidos	Medida (presión manométrica)	0	(líneas)
Ap. Ley de Boyle-Mariotte	p.143 fig. 166	Fluidos	Demostración	1	1/2
Baroscopio	p.144 sin fig.	Fluidos	Demostración	1	1/4
Aeróstato	pp.145-146 fig. 167	Fluidos	Tecnológico	0	2/3
Paracaídas	p.147 fig. 168	Fluidos	Tecnológico	0	1/4
Máquina neumática de cilindro	pp.152-153 figs. 172, 173	Fluidos	Producción de agentes físicos	0	3/4
Máquina neumática de Gaede	pp.154-155 figs. 174, 175	Fluidos	Producción de agentes físicos	0	2/3
Trompa aspirante de agua (Alverniat)	p.155 fig. 176	Fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/4
Trompa de aspiración de vapor de mercurio	p.156 fig. 177	Fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/2
Bomba de compresión	p.157 fig. 178	Fluidos	Producción de agentes físicos	0	1/4
Freno de aire comprimido	p.157 fig. 179	Fluidos	Tecnológico	0	1/4
Bomba aspirante	p.158 fig. 180	Fluidos	Modelo tecnológico	0	1/2
Bomba impelente	p.158 fig. 181	Fluidos	Modelo tecnológico	0	1/2
Bomba centrífuga	p.159 fig. 182	Fluidos	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Bomba aspirante-impelente	p.159 sin fig.	Fluidos	Modelo tecnológico	0	(líneas)
Sifón	p.159 fig. 183	Fluidos	Auxiliar	0	1/4

Pipeta [de laboratorio]	p.159 fig. 184	Fluidos	Auxiliar	0	1/4
Aparato de Tyndall	p.161 fig. 185	Termología	Demostración	1	1/4
Dilatómetro de cuadrante	pp.163-164 fig. 187	Termología	Medida	0	1/4
Dilatómetro de gases	p.164 fig. 188	Termología	Medida	0	(líneas)
Ap. Para determinar el 0	p.166 fig. 190	Termología	Auxiliar	0	1/3
Ap. Para determinar el 100	p.166 fig. 191	Termología	Auxiliar	0	(líneas)
Termómetro de alcohol	p.166 sin fig.	Termología	Medida	0	1/4
Termómetro de gasolina	p.167 sin fig.	Termología	Medida	0	(líneas)
Termómetro de máxima y mínima	p.167 fig. 192	Termología	Medida	0	1/3
Termómetro metálico	p.168 fig. 193	Termología	Medida	0	1/4
Termómetro registrador	p.168 fig. 194	Termología	Medida	0	(líneas)
Torta de cera (dif. de calor esp. en sólidos)	p.170 fig. 195	Termología	Demostración/Medida	1	1/3
Calorímetro de Berthelot	p.171 fig. 196	Termología	Medida	0	1/4
Ap. Para medir el coef. de dilatación en sólidos	p.175 fig. 197	Termología	Investigación	0	1/2
Aparato de Hope (Máxima densidad del agua)	p.178 fig. 199	Termología	Demostración	1	(líneas)
Ap. Medida coef. dilatación en gases	p.179 fig. 200	Termología	Medida	0	2/3
Termómetro de hidrógeno	p.181 fig. 201	Termología	Investigación	0	1/2
Balanza con globo para pesar gases	p.182 fig. 202	Termología	Medida	0	1/4
Ap. Para verificar la vaporización en el vacío	p.190 fig. 204	Termología	Demostración	1	1/2
Ap. Igualdad de tensión de un vapor en gas y en vacío	p.192 fig. 205	Termología	Demostración	1	1/4
Autoclave	p.195 fig. 206	Termología	Tecnológico	0	1/3
Marmita de familia	p.195 fig. 207	Termología	Tecnológico/Usos no científicos	0	(líneas)
Alambique	p.198 fig. 210	Termología	Uso no científico	0	1/4

Ap. Equivalente mecánico del calor (Joule)	p.200 fig. 211	Termología	Investigación	1	1/4
Máquina de vapor	pp.202-206 figs. 213-218	Termología	Tecnológico	0	1 2/3
Locomotora	p.207 fig. 219	Termología	Tecnológico	0	1/4
Turbina de vapor	p.208 fig. 220	Termología	Tecnológico	0	2/3
Estructura de las turbinas	p.209 fig. 221	Termología	Tecnológico	0	(líneas)
Motor de explosión ordinario	pp.210-211 fig. 222	Termología	Tecnológico	0	1 1/2
Motor de varios cilindros	p.212 fig. 223	Termología	Tecnológico	0	1/4
Motor rotatorio	p.212 fig. 224	Termología	Tecnológico	0	1/4
Ap. mala conductibilidad de los líquidos	p.220 fig. 232	Termología	Demostración	0	1/4
Aparato para mostrar la convección	p.221 fig. 234	Termología	Demostración	0	1/4
Estufa doméstica	p.221 fig. 235	Termología	Uso no científico	0	1/4
Psicrómetro	p.225 fig. 236	Termología	Medida (estado higrométrico)	0	1/3
Vibraciones de una varilla	p.229 fig. 239	Fonología o Acústica	Demostración	0	(líneas)
Cuerda vibrante	p.230 fig. 241	Fonología o Acústica	Estudio y demostración	1	(líneas)
Llamas oscilantes	pp. 230-231 figs. 242, 243	Fonología o Acústica	Estudio y demostración	0	1/3
Timbre y campana de vacío	p.231 fig. 244	Fonología o Acústica	Demostración	0	(líneas)
Sirena [Seebeck]	p.236 figs. 248, 249	Fonología o Acústica	Medida (frecuencia)	0	1/2
Ap. Estudio gráfico del sonido	pp.236-237 figs. 250, 251	Fonología o Acústica	Medida (frecuencia)	0	1/4
Sonómetro	p.244 fig. 254	Fonología o Acústica	Estudio y demostración	0	1/2
Diapasón en caja de resonancia	p.245 fig. 258	Fonología o Acústica	Estudio y demostración	0	1/4
Placa sonora	p.245 fig. 259	Fonología o Acústica	Estudio y demostración	1	1/4
Tubos sonoros	pp.245-246 fig. 260	Fonología o Acústica	Estudio y demostración	0	1/2
Analizador [de Koenig]	pp.247-248 fig. 261	Fonología o Acústica	Estudio y demostración	0	1/4

Fonógrafo	p.249 figs. 262, 263	Fonología o Acústica	Tecnológico	0	2/3
Fotómetro de Bunsen	p.255 fig. 267	Fotología u óptica	Medida (intensidad)	0	1/2
Semicírculo graduado: reflexión [Silberman]	p.257 fig. 269	Fotología u óptica	Demostración	1	1/4
Círculo graduado: refracción	p.259 fig. 273	Fotología u óptica	Demostración	1	1/4
Aparato de Grimsehl: reflexión total	p.261 fig. 277	Fotología u óptica	Recreativo	0	1/4
Prismas	pp.265, 267 figs. 283, 284	Fotología u óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Espato de Islandia	p.269 figs. 288, 289	Fotología u óptica	Demostración	0	1/2
Prisma de Nicol	p.269 fig. 290	Fotología u óptica	Demostración	0	1/4
Espejos	pp.272, 280- 286 figs. 296, 310- 325	Fotología u óptica	Demostración	1	2 2/3
Lentes	pp.274-280 figs. 297-300, 302-309	Fotología u óptica	Estudio y demostración	0	1 3/4
Recomposición de la luz (ap. 7 prismas)	p.289 fig. 327	Fotología u óptica	Estudio y demostración	1	1/4
Aparato de siete espejos (recomp de la luz)	p.290 sin fig.	Fotología u óptica	Demostración	1	1/4
Disco de Newton	p.290 fig. 328	Fotología u óptica	Demostración	0	1/4
Prisma acromático	p.292 fig. 331	Fotología u óptica	Demostración	0	1/4
Lente acromática	p.292 fig. 332	Fotología u óptica	Demostración	0	1/4
Espectroscopio [Kirchhoff y Bunsen]	pp.293-294 figs. 333, 335	Fotología u óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Espectroscopio de visión directa	p.294 fig. 334	Fotología u óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Radiómetro [de Crookes]	pp.299-300 figs. 338, 339	Fotología u óptica	Medida (radiación)	1	3/4
Cámara oscura	p.303 fig. 340	Fotología u óptica	Uso no científico	0	1/3
Estereoscopio	p.305 fig. 342	Fotología u óptica	Demostración/Recreat ivo	0	1/4
Microscopio simple	p.307 fig. 344	Fotología u óptica	Estudio y demostración	0	1/3
Microscopio compuesto	pp.308-309 figs. 345, 346	Fotología u óptica	Estudio y demostración/Investig ación	0	3/4

Ultramicroscopio Zeiss	p.310 figs. 348, 349	Fotología u óptica	Investigación	0	1/2
Anteojos astronómicos	p.311 fig. 350	Fotología u óptica	Investigación	0	2/3
Anteojos de Galileo	p.312 fig. 351	Fotología u óptica	Estudio y demostración	0	1/4
Anteojos de terrestres	p.312 sin fig.	Fotología u óptica	Uso no científico	0	1/4
Anteojos de prismas Zeiss	p.313 fig. 352	Fotología u óptica	Uso no científico	0	1/4
Telescopio de Newton	p.313 fig. 353	Fotología u óptica	Investigación	0	(líneas)
Linterna de proyecciones	p.314 fig. 354	Fotología u óptica	Uso no científico	0	1/3
Microscopio solar	p.314 fig. 355	Fotología u óptica	Uso no científico	0	1/4
Periscopio	p.315 fig. 356	Fotología u óptica	Uso no científico	0	1/3
Cámara fotográfica	p.317 figs. 357, 358	Fotología u óptica	Tecnológico	0	1/2
Cinematógrafo	p.320 sin fig.	Fotología u óptica	Uso no científico	0	1/4
Imanes	pp.323, 327- 329 figs. 360, 365, 366, 370, 372, 373	Electrología	Estudio y demostración	5	1
Aguja magnética	pp.324, 327 figs. 361, 367	Electrología	Estudio y demostración	1	1/4
Brújula de declinación	p.324 fig. 362	Electrología	Medida (declinación)	0	
Brújula de inclinación	p.325 fig. 363	Electrología	Medida (inclinación)	0	1/3
Balanza magnética	p.326 fig. 364	Electrología	Medida (masa magnética)	0	1/4
Péndulo eléctrico	pp.331, 337 figs. 377, 382	Electrología	Estudio y demostración	2	1/4
Electroscopio de panes de oro	p.334 fig. 378	Electrología	Medida	0	(líneas)
Esfera hueca de Coulomb [o Cavendish o Biot]	p.334 fig. 379	Electrología	Demostración	1	1/4
Conductores aislados	pp.335, 337 figs. 380, 381	Electrología	Demostración	1	1/4
Pantalla eléctrica	p.338 fig. 383	Electrología	Demostración	0	(líneas)
Electróforo	p.338 fig. 384	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1/4

Máquina de Toepler-Holtz	pp.338-339 figs. 385, 386	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1
Voltímetro electrostático	p.342 fig. 388	Electrología	Medida (dif. potencial)	0	1/4
Condensador	p.343 fig. 389	Electrología	Estudio y demostración	1	1/2
Botella de Leyden	p.344 fig. 390	Electrología	Estudio y demostración	0	(líneas)
Batería eléctrica	p.344 sin fig.	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1/4
Excitador de mangos de vidrio	p.345 sin fig.	Electrología	Auxiliar	0	(líneas)
Pararrayos	p.347 sin fig.	Electrología	Uso no científico	0	1/3
Tubos de Geissler	p.347 sin fig.	Electrología	Demostración	0	(líneas)
Pila de Volta	pp.349-350, 375 figs. 392, 393, 428, 429	Electrología	Producción de agentes físicos	0	3/4
Voltámetro	p.355 fig. 396	Electrología	Demostración	1	1/4
Aparato níquelado galvánico	p.356 fig. 397	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Acumulador	pp.356-357 fig. 398	Electrología	Tecnológico	0	1
Pila Daniell	p.358 fig. 399	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila Grenet o de bicromato	p.359 fig. 400	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila Leclanché	p.359 fig. 401	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila Bunsen	p.359 sin fig.	Electrología	Producción de agentes físicos	0	(líneas)
Pila Féry	p.360 sin fig.	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1/4
Pila seca	p.361 sin fig.	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1/2
Pila de Weston	p.361 fig. 402	Electrología	Auxiliar	0	1/4
Circuito móvil	p.363 fig.406	Electrología	Estudio y demostración	1	(líneas)
Galvanómetro de imán móvil	p.363 fig. 407	Electrología	Medida	0	1/4
Galvanómetro de precisión	p.364 fig. 408	Electrología	Medida	0	1/4
Amperímetro	p.364 fig. 409	Electrología	Medida	0	(líneas)

Solenoides	pp.365-366 figs. 411-414	Electrología	Estudio y demostración	2	1/2
Electroimán	pp.366-367 figs. 415, 416	Electrología	Estudio y demostración	0	1/4
Timbre eléctrico	p.367 figs. 417, 418	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo Morse	pp.369-370 figs. 420-422	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo Hughes	p.371 sin fig.	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Telégrafo Thomson	p.371 sin fig.	Electrología	Tecnológico	0	(líneas)
Relé	p.371 fig. 423	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Puente de Wheatstone	p.378 fig. 430	Electrología	Medida	0	1/2
Caja de resistencias	p.379 fig. 431	Electrología	Auxiliar	0	1/4
Lámpara de incandescencia	p.382 figs. 434, 435	Electrología	Tecnológico	0	1/3
Lámpara de arco	p.383 figs. 436, 437	Electrología	Tecnológico	0	1
Lámpara de fluorina	p.384 sin fig.	Electrología	Tecnológico	0	(líneas)
Lámpara de vapor de mercurio	p.384 sin fig.	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Lámpara de rayos ultravioletados	p.384 sin fig.	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Horno eléctrico	p.385 fig. 438	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Vatímetro (contador de electricidad)	p.386 fig. 439	Electrología	Uso no científico	0	1/3
Par termoeléctrico [Seebeck]	p.386 fig. 440	Electrología	Demostración	0	1/4
Pila termoeléctrica	p.387 fig. 441	Electrología	Estudio y demostración	0	1/4
Bobina de inducción de Faraday	p.389 fig. 442	Electrología	Estudio y demostración	2	1/2
Dinamo	p.390 sin fig.	Electrología	Tecnológico	0	2/3
Alternador	pp.393-396 figs. 448, 450	Electrología	Tecnológico	0	1 1/2
Inducido de tambor	p.396 fig. 451	Electrología	Tecnológico	0	1/4
Inducido de anillo	p.396 fig. 452	Electrología	Tecnológico	0	1/4

Dinamo	pp.397-398, 400 figs. 453-456, 459	Electrología	Tecnológico	0	1/2
Aparato corrientes Foucault	p.398 fig. 457	Electrología	Demostración	0	(líneas)
Disco de Foucault	p.399 fig. 458	Electrología	Demostración	0	1/4
Motor asíncrono	p.402 fig. 462	Electrología	Tecnológico	0	1/3
Transformador	pp.403-404 figs. 463-465	Electrología	Tecnológico	0	1
Carrete de Ruhmkorff	pp.405-496 figs. 468, 469	Electrología	Producción de agentes físicos	0	1
Rectificador de corriente	p.407 figs. 470, 471	Electrología	Uso no científico	0	1/4
Estación telefónica	pp.407-408 figs. 472-475	Electrología	Tecnológico	0	1/2 1/3
Aparato de Tesla	pp.409, 411- 412 figs. 476-478	Electrología	Estudio y demostración	4	1 3/4
Radiotelégrafo	pp.413-416 figs. 479, 480- 482	Electrología	Tecnológico	0	3/4 2/3
Radioteléfono	pp.418, 420 figs. 487, 488	Electrología	Tecnológico	0	2 1/2
Tubo de Geissler	p.421 fig. 490	Electrología	Estudio y demostración	1	1/3
Tubos de Crookes	p.422 figs. 491-493	Electrología	Estudio y demostración	3	2/3
Tubo focus (R-X)	p.423 fig. 494, lám. 2	Electrología	Estudio y demostración	1	1/4
Radiofotografía [radiografía]	p.423 fig. 495	Electrología	Estudio y demostración	1	1/4
Espintaroscopio	p.425 fig. 496	Electrología	Investigación	1	1/4

**ANEXO 2. CIRCULAR, PREVIENIENDO QUE LOS INSTITUTOS SE PROVEAN DE
LOS INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA LA EXPLICACIÓN DE LAS CIENCIAS
FÍSICAS Y NATURALES (1846)**

Instrumento	Tipo de instrumento
Aparato para el choque de los cuerpos	Demostración
Id. para demostrar el movimiento reflejo	Demostración
Plano vertical para demostrar la composición de fuerzas	Demostración
Aparato para la resistencia de los medios	Estudio y demostración
Máquina de Atwood	Estudio y demostración
Aparato para demostrar el movimiento parabólico de un cuerpo sólido	Demostración
Aparato de fuerzas centrifugas	Demostración
Id. para demostrar el aplanamiento de la tierra en sus polos	Demostración
Un cilindro con su plano inclinado para la demostración del centro de gravedad	Demostración
Balanza de Roberval	Medida
Aparato para la teoría de la balanza	Estudio y demostración
Palanca compuesta	Demostración
Dinamómetro ordinario	Medida
Sistema de poleas simples y polipasto	Modelo tecnológico/ Demostración
Plano inclinado Cenital	Demostración
Aparato para demostrar el desarrollo del tornillo y su relación con el plano inclinado	Demostración
Modelo de gato	Modelo tecnológico
Id. de tornillo sin fin	Modelo tecnológico
Id. de cabria	Modelo tecnológico
Id. de cabrestante	Modelo tecnológico
Id. de máquina de vapor	Modelo tecnológico
Id. de grúa	Modelo tecnológico
Tribómetro de Coulomb	Estudio y demostración
Aparato de Haldat	Demostración
Id. para demostrar el equilibrio de los líquidos	Demostración
Id. para demostrar que la altura de los líquidos heterogéneos está en razón inversa de su densidad	Demostración
Ludión	Recreativo
Balanza hidrostática con el doble cilindro y su contrapeso	Demostración/Medida
Areómetro de Nicholson	Medida
Alcohómetro centesimal	Medida
Areómetros de Baumé para sales y ácidos	Medida
Flotador de Prony	Auxiliar
Aparato para demostrar la causa de la detención del agua en los	Demostración

encañados	
Fuente de Herón	Demostración/Recreativo
Espiral [tornillo] de Arquímedes	Modelo tecnológico
Vaso de Mariotte	Demostración
Molinete hidráulico	Demostración/Recreativo
Modelo de bomba aspirante	Modelo tecnológico
Bomba impelente y aspirante	Modelo tecnológico
Ariete hidráulico	Modelo tecnológico
Modelo de prensa hidráulica	Modelo tecnológico
Sifones de diferentes formas, número 6	Auxiliar
Aparato de tubos capilares	Demostración
Cristales unidos con una charnela	Demostración
Máquina neumática	Prod. agentes físicos
Láminas inclinadas	Demostración
Platina secundaria	Multiuso
Cuatro campanas de diferentes tamaños para la máquina neumática	Multiuso
Rompe-vejigas	Demostración
Recipiente con dos barómetros	Demostración
Aparato para la congelación del agua en el vacío	Demostración
Globo de cristal para pesar el aire	Demostración
Hemisferios de Magdeburgo	Demostración
Bomba aspirante para demostrar que no produce efecto en el vacío	Demostración
Dos planos de cristal para la adhesión	Demostración
Aparato para demostrar la porosidad	Demostración
Tubo para el descenso de los graves	Demostración
Barómetro	Demostración
Campana de reloj para el sonido	Demostración
Martillo de agua	Demostración
Tubo de Mariotte	Demostración
Fuente de compresión	Demostración
Eslabón neumático	Demostración
Aparato de Oersted	Demostración
Barómetro de Torricelli	Medida
Id. de Gay—Lussac	Medida
Modelo de péndulo compensador	Modelo tecnológico
Termómetro de mercurio	Medida
Termométrógrafo	Medida
Higrómetro de Saussure	Medida
Id. de Daniel	Medida

Pirómetro de s'Gravesand	Medida
Aparato de Gay-Lussac para la dilatación de los gases	Demostración
Pirómetro de Wedgwood	Medida
Aparato para el maximum de densidad del agua	Demostración
Eolipila	Demostración
Barómetro para la teoría de los vapores	Estudio y demostración
Marmita de Papin	Modelo tecnológico / Demostración
Calorímetro de Rumford	Medida
Id. de Lavoisier	Medida
Dos espejos parabólicos	Demostración
Otro id [sonido]	Demostración
Aparato de Gay—Lussac y Thenard para la mezcla de vapores y gases	Medida
Cubo de Leslie	Demostración
Manómetro para aire comprimido	Medida
Termómetro diferencial de Leslie	Medida
Manómetro de aire libre	Medida
Máquina eléctrica	Prod. agentes físicos
Botella electrométrica	Demostración
Banquillo aislador	Auxiliar
Dos botellas de Leyden	Estudio y demostración
Aparato para la descomposición de la botella de Leyden	Demostración
Cilindro de vidrio sin pulimento en un extremo	Estudio y demostración
Cilindro de lacre	Estudio y demostración
Cuadro mágico de Franklin [centelleante]	Demostración/Recreativo
Botella de Leyden con péndulos para la electricidad disimulada	Demostración
Batería eléctrica de cuatro botellas	Prod. agentes físicos
Electrómetro de cuadrante	Medida
Electrósopo de panes de oro, con condensador	Medida
Excitador simple	Auxiliar
Id. con mango de cristal	Auxiliar
Excitador universal	Estudio y demostración
Campanario eléctrico	Demostración
Pirámide para demostrar el peligro de la interrupción de los conductores	Demostración
Dos pistolettes de Volta	Demostración
Pistolete de cristal	Demostración
Termómetro eléctrico de Kinerstley	Demostración
Una prensa para fundir el oro	Demostración
Balanza de Coulomb	Demostr./Investigación

Esfera hueca de id.	Demostración
Dos cilindros aislados	Demostración
Un electróforo con su pié	Estudio y demostración
Conductores para la maquina eléctrica	Demostración
Cuadro centellante	Demostración/Recreativo
Aguja imantada	Demostración
Dos barras magnéticas	Estudio y demostración
Imán artificial	Prod. agentes físicos
Imán natural	Estudio y demostración
Aguja de inclinación simple	Medida
Brújula	Uso no científico
Pila de Volta vertical	Estudio y demostración
Id. de Wollaston	Prod. agentes físicos
Id. de corriente constante	Prod. agentes físicos
Id. de artesa	Prod. agentes físicos
Aparato para la descomposición del agua	Demostración
Dos discos, uno de zinc y otro de cobre	Auxiliar/Multiuso
Multiplicador electro-magnético	Medida
Electro-imán de Pouillet	Estudio y demostración
Aparato para demostrar el magnetismo de rotación	Demostración
Un sonómetro	Estudio y demostración
Tres láminas vibrantes montadas	Estudio y demostración
Un arco de-bajo y otro de contra-bajo	Auxiliar
Un porta-luz	Auxiliar
Dos espejos, uno cóncavo y otro cilíndrico con figuras	Recreativo
Aparato para demostrar la reflexión de la luz	Demostración
Aparato compuesto de siete espejos	Demostración
Un espejo plano, otro cóncavo y otro convexo	Demostración
Telescopio gregoriano	Demostración
Una cuba de cristal para la refracción de la luz	Multiuso
Cono de Flint-glass	Demostración
Tres prismas de cristal de diferentes ángulos	Estudio y demostración
Prisma para los líquidos	Demostración
Un prisma para el acromatismo	Demostración
Polaríscopo de Arago	Estudio y demostración
Una lente cóncava y otra convexa	Estudio y demostración
Dos turmalinas	Estudio y demostración
Un ojo artificial	Demostración
Cámara oscura	Demostración

Cámara lúcida	Uso no científico
Microscopio compuesto	Estudio y demostr./Investigación
Microscopio solar	Recreativo
Anteojos micrómetro de Rochon	Estudio y demostr./Investigación
Un anteojos acromático	Uso no científico

ANEXO 3. EJEMPLOS DE ANÁLISIS ICONOGRÁFICO

Piquer (1745)

Vamos a empezar tomando como ejemplo la *Física Moderna Racional y Experimental* de Piquer. Este manual tiene un número total de páginas de 424, ilustradas por 29 figuras (dos con la misma notación y otra sin número, en las que aparecen 14 instrumentos de gabinete), lo que da una relación de: $\approx 14,5$ pp/fig

Tipo de ilustraciones Se subrayan las figuras que representan instrumentos de gabinete de física

- Figurativas : I.6 / I.7 / I.8 / I.9 / I.10 / III.1 / III.2 / III.3 / III.4.1 / III.4.2 / III.7 / III.8 / III.9

- Esquemáticas : I.2 / I.3 / I.4 / I.5 / I.11 / I.13 / III.10

- Esquemático-mixtas : II.sin nº / III.5 / III.6

- Simbólicas : I.1 / I.12 / II.1 / II.2 / II.3 / II.4

Totales Entre paréntesis se señalan las que representan instrumentos de gabinete

Realistas : 0

Figurativas : 13 (11)

Esquemáticas : 7 (6)

Esquemático-mixtas : 3 (0)

Simbólicas : 6 (0)

Conviene recalcar que las 9 figs. de las dos últimas categorías, 5 son de astronomía (II.1-4 y II.sin nº) y 2 de mecánica (I.1 y I.12).

Relaciones

Figur.+Esquem.: 20 ($\approx 69\%$)

entre las cuales, de instrumentos de gabinete: 17 $\rightarrow \approx 100\%$ instrumentos entre las Figur.+Esquem.
 $\approx 59\%$ de instrumentos del total de figs.

Esquem.-mixtas+Simbólicas: 9 ($\approx 31\%$) entre las cuales, instrumentos de gabinete: 0

Lista de instrumentos con ilustración

(La casi totalidad de instrumentos a los que el manual hace referencia se encuentran ilustrados)

- Palanca (figs. I.2-5, pp.109-110)
- Balanza (fig. I.6, p.113)
- Torno (fig. I.7, p.115)
- Polea fija (fig. I.8, p.116)
- Polea móvil (fig. I.9, p.116)
- Péndulo (fig. I.11, p.119)
- Eolipila (horno) (fig. III.1, p.215)
- Vasos de hidrostática (fig. III.2, p.148)
- Vaso de Wolfio (fig. III.3, p.150)
- Termómetro (fig. III.4.2, p.225)
- Máquina neumática (fig. III.7, p.362)
- Fuente de aire comprimido (fig. III.8, 361)
- Barómetro (fig. III.9, p.365)
- Imanes (fig. III.10, p.416)

Libes (1821)

Vamos a tomar ahora como ejemplo el *Tratado de Física* de Libes, elegido en nuestro trabajo como libro clave. Este manual tiene un número total de páginas, excluidas las de química, de 574, ilustradas por 162 figuras (incluidas las 9 del suplemento y excluidas las de química, en las que aparecen 39 instrumentos de gabinete), lo que da una relación de: $\approx 3,5$ pp/fig

Tipo de ilustraciones Se subrayan las figuras que representan instrumentos de gabinete de física

- Figurativas : 2 / 3 / 19-21 / 24 / 29 / 31-33 / 35 / 41 / 43 / 44 / 45 / 46 / 56 / 57 / 75 / 99 / 100 / 101 / 104 / 155 (figurativa-mixta) [+ 105-109: química]
- Esquemáticas : 22 / 23 / 34 / 36 / 42 / 63 / 84-86 / 88-90 / 91 / 92 / 93 / 94 / 95 / 96-97 / 102 / 147 / 148 / 149 / 151-153
- Esquemático-mixtas : 9-11 / 14-15 / 25 / 30 / 37-40 / 47-55 / 59-62 / 64-67 / 71 / 73 / 81-83 / 87 / 135 / 144 / 1(Suplem.)
- Simbólicas : 1 / 4-8 / 12-13 / 16-18 / 26-28 / 58 / 68-70 / 72 / 74 / 76-80 / 98 / 103 / 110-115 / 116-126 / 127-134 / 136 / 137 / 138 / 139 / 140 / 141 / 142 / 143 / 145-146 / 150 / 154 / 156-158

Totales Entre paréntesis se señalan las que representan instrumentos de gabinete

Realistas : 0

Figurativas : 24 (21)

Esquemáticas : 26 (13)

Esquemático-mixtas : 37 (4)

Simbólicas : 67 (21)

Conviene recalcar que entre los 25 instrumentos de las dos últimas categorías, 21 son de óptica (144 / 1-suplem. / 116-126 / 136-138 / 140-143)

Relaciones

Figurativas+Esquemáticas : 50 ($\approx 32\%$)

entre las cuales, de instrumentos de gabinete: 34 $\rightarrow \approx 68\%$ instrumentos entre las Figur.+Esquem.
 $\approx 21\%$ instrumentos del total de figs.

Esquem.-mixtas+Simbólicas: 104 ($\approx 68\%$)

entre las cuales, de instrumentos de gabinete: 25 $\rightarrow \approx 24\%$ instrumentos entre las Esq.Mix.+Simb.
 $\approx 15\%$ instrumentos del total de figs.

ANEXO 4. RESOLUCIÓN DE 1-VIII-1846 PUBLICANDO LOS PROGRAMAS PARA LAS ASIGNATURAS DE FILOSOFÍA PUBLICADAS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA, CON ARREGLO A LO DISPUESTO EN LA REAL ORDEN DE 24 DE JULIO DE 1846.

Trascripción literal

PROGRAMA DE FÍSICA EXPERIMENTAL

Prolegómenos

De las ciencias físicas en general. Definiciones y objeto.	Diversas maneras de estudiar la física.
Definición y objeto de la física.	Cuerpo, materia, propiedades y caracteres.
	Observación, experimento y experiencia.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS CUERPOS

Extension.	Dilatabilidad.
Figurabilidad.	Elasticidad.
Impenetrabilidad.	Cuerpos sólidos, líquidos, gaseosos.
Porosidad.	Inercia.
Divisibilidad.	Atracción.
Comprensibilidad.	Movilidad.

ESTÁTICA Y DINÁMICA.

Consideraciones generales de la estática y el movimiento.	Movimiento uniforme: su velocidad.
¿Qué se entiende por fuerza?	Movimiento uniformemente variado: su velocidad.
Composicion y descomposicion de fuerzas.	Movimiento absoluto.
Fuerzas paralelas.	Cantidades de movimiento.
Fuerzas que concurren en un mismo punto.	Comunicación del movimiento entre masas no elásticas.
Resultante. Paralelógramo de las fuerzas.	

GRAVEDAD

Efectos generales de la gravedad.	Péndulo simple y compuesto.
Direccion de la gravedad.	Aplicaciones del péndulo: intensidad de la gravedad: figura de la tierra; densidad media de este planeta.
Leyes de la caída de los cuerpos demostradas por el plano inclinado y la maquina de Atwood.	Máquinas: Equilibrio en las máquinas.
Peso.	Máquinas simples. Plano inclinado. Palanca.
Centro de gravedad.	Cuerdas o máquinas funiculares.
Definicion de la masa y de la densidad.	Máquinas compuestas. Polea. Ruedas dentadas.
Balanzas.	Torno ó cabria. Cric ó gato. Cuña. Tornillo ó rosca
Movimiento de rotacion de los cuerpos.	
Fuerzas centrales.	
Leyes de las oscilaciones del péndulo.	

HIDROSTÁTICA É HIDRODINÁMICA.

Objeto de la hidrostática y de la hidrodinámica.	Superposición de varios líquidos de densidad diferente.
Principios de la igualdad de presion.	Principio de Arquímedes demostrado por el racionio y la experiencia.
Condiciones del equilibrio en los líquidos.	Determinacion de las densidades en los cuerpos sólidos y líquidos.
Presiones verticales y laterales.	Aereómetros de volúmen constante y de peso constante.
Centro de presion.	Uso de las tablas de las gravedades específicas.
Equilibrio de los líquidos homogéneos en vasos que se comunican.	Flúidos elásticos.
Nivel de agua.	
Prensa hidráulica.	

Peso del aire demostrado por la experiencia.
Barómetros: su construcción y diversas especies.
Medición de alturas por el barómetro.
Ley de Mariotte.
Manómetros.
Máquina neumática.
Máquina de compresión.
Escopeta de viento.
Fuentes de compresión.
Propiedades de los sólidos sumergidos en los líquidos.
Cuerpos flotantes.
Aplicación del principio de Arquímedes a los fluidos elásticos.

Globos aerostáticos.
Mezcla de los fluidos elásticos.
Teorema de Toricelli sobre la salida de los líquidos: su demostración por la experiencia, teniendo en cuenta la contracción de la vena flúida.
Surtidores.
Fórmula de Mariotte para hallar la altura de un depósito conociendo la del surtidor.
Sifones.
Sifón intermitente.
Fuente intermitente.
Bombas.

CALÓRICO.

Dilatación de los cuerpos por el calor.
Construcción de los termómetros.
Medida de la dilatación de sólidos, líquidos y gases.
Determinación de la densidad de los gases.
Calórico radiante.
Su reflexión.
Su transmisión por los diferentes cuerpos.
Poderes emisivos, absorbentes y reflectantes de los cuerpos para el calórico.
Equilibrio de temperatura.
Reflexión aparente del frío.
Conductibilidad de los cuerpos para el calor.
Variación del estado de los cuerpos por la acción del calor; cambio de un sólido en líquido, y viceversa.
Calórico latente.
Mezclas frigoríficas.
Capacidad de los cuerpos para el calórico.

Determinación de las capacidades por el método de las mezclas y por la liquidación del hielo.
Paso del estado líquido al estado de vapor.
Formación de los vapores en el vacío.
Máximo de la fuerza elástica de los vapores.
Medida de la fuerza elástica en diferentes temperaturas.
Ebullición, calor latente, condensación.
Idea de los principios en qué está fundada la construcción de las máquinas de vapor.
Barcos de vapor.
Caminos de hierro.
Mezcla del vapor con los gases.
Aumento de la fuerza elástica que resulta de esta mezcla.
Higrometría.
Fuentes del calor.
Calor humano.

ELECTRICIDAD

Desarrollo de la electricidad por la fricción.
Cuerpos conductores y no conductores de la electricidad.
Experiencias en que se funda la hipótesis de los fluidos eléctricos.
Electricidad por influencia.
Electrómetros.
Máquinas eléctricas.

Ley de las atracciones y repulsiones eléctricas.
Distribución de la electricidad en los cuerpos conductores.
Poder de las puntas.
Electricidades disimuladas.
Condensadores.
Botellas de Leyden.
Baterías eléctricas.

GALVANISMO

Desarrollo de la electricidad por el contacto.
Principios en que se funda la construcción de la pila voltaica.

Modificaciones de este aparato.
Efectos que produce.

MAGNETISMO

Atracción entre el imán y el hierro.

Experimentos en que se demuestra que hay siempre dos polos, al menos en un iman.
Experimentos en que se funda la hipótesis de dos flúidos magnéticos.

Declinacion é inclinacion.
Idea de las brújulas.
Procedimientos para magnetizar.

ELECTRO-MAGNETISMO

Experimentos que demuestran la accion de las corrientes en los imanes, y la accion de las corrientes en las mismas.

Construccion y uso del multiplicador.

Medios de producir las corrientes termo-eléctricas.

Descripcion del termo-multiplicador.

ACCIONES MOLECULARES.

Capilaridad.

Ascenso y depresion de los líquidos en los tubos capilares, y otros efectos de la capilaridad.

Elasticidad.

Compresibilidad de los líquidos.

Compresibilidad de los sólidos.

Elasticidad de tension y de torsion.

Tenacidad.

Comunicacion de las fuerzas en el choque de los cuerpos elásticos.

Reflexion.

ACÚSTICA

Produccion del sonido.

Propagacion del sonido.

Velocidad del sonido en diferentes medios.

Reflexion del sonido.

Leyes de las vibraciones de las cuerdas.

Evaluacion numérica de los sonidos.

Sonidos graves y agudos.

Figuras acústicas que se forman en un plano cubierto de arena.

Instrumentos de música, de cuerda y de viento.

Organos de la voz y del oido.

OPTICA

Propagacion de la luz en un medio homogéneo.

Velocidad de la luz: medios de determinarla.

Tiempo que tarda la luz desde el sol á la tierra.

Reflexion.

Leyes de la reflexion.

Efectos de los espejos planos, esféricos, cóncavos y convexos.

Refraccion.

Leyes de la refraccion.

Efectos de los prismas considerados únicamente con relacion á la desviacion de la luz.

Efectos de los lentes cóncavos y convexos.

Descomposicion y recomposicion de la luz.

Estructura del ojo.

Vision.

Idea de los instrumentos de óptica mas comunes.

Cámara lúcida. Cámara oscura. Lentes.

Anteojos. Microscopio simple. Microscopio solar.

Anteojos de Galileo. Anteojos astronómicos.

Telescopios.

METEOROLOGIA

Altura media anual del barómetro en diferentes lugares.

Límites de las oscilaciones extremas.

Variaciones horarias en diferentes latitudes.

Temperatura media anual de la superficie de la tierra en diversas latitudes.

Climas templados.

Climas extremos.

Temperatura á diversas profundidades.

Calor central.

Cantidad de lluvia en diversas alturas y diferentes lugares.

Formacion del rocío, de la niebla, de la lluvia, de la escarcha, del granizo &c.

Vientos: su formacion.

Velocidad y fuerza de los vientos.

Estragos que causan.

Vientos periódicos.

Vientos alíseos.

Brisas.

Huracanes.

Electricidad atmosférica.

Efectos del rayo.

Construccion de los pararrayos.

ANEXO 5. PÁGINAS WEB DE INSTITUTOS ESPAÑOLES CONSULTADAS

1. Páginas de institutos donde se muestran instrumentos de sus colecciones

- I.E.S. Aguilar y Eslava. Cabra. Córdoba.
www.juntadeandalucia.es/averroes/I.E.S.aguilaryeslava/index2.htm
- I.E.S. Alfonso X el Sabio. Murcia.
<http://www.I.E.S.alfonsox.com/>
- I.E.S. Bárbara de Braganza. Badajoz.
www.I.E.S.barbara.com
- I.E.S. Canarias Cabrera Pinto. San Cristóbal de la Laguna. Tenerife.
www.I.E.S.cabrerapinto.com
- I.E.S. Cardenal Cisneros. I.E.S. San Isidro. I.E.S. Isabel la Católica. Madrid.
Estos tres Institutos han desarrollado un programa conjunto de investigación sobre el patrimonio de los seis institutos más antiguos de Madrid. La actividad parece haberse concretado hasta el momento en los tres de ellos con una mayor riqueza patrimonial: San Isidro, Cardenal Cisneros e Isabel la Católica.
<http://www.ceimes.es/>
- I.E.S. Cardenal López de Mendoza. Burgos.
<http://www.lopezdemendoza.es/>
- I.E.S. Joan Ramis. Mahón. Menorca.
<http://www.I.E.S.joanramis.org/museu/index.php>
- I.E.S. Jorge Manrique. Palencia.
<http://www.I.E.S.jorgemanrique.com/>
- I.E.S. La Rábida. Huelva
www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21001892/helvia/sitio/index.cgi
- I.E.S. Nuestra Sra. de la Victoria. Málaga.
<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/29005928/helvia/sitio/>
- I.E.S. Padre Luis Coloma. Jerez de la Frontera. Cádiz.
www.I.E.S.coloma.com
- I.E.S. Padre Suárez. Granada.
www.museocienciaspadresuarez.com
- I.E.S. Pedro Espinosa. Antequera. Málaga.
<http://www.I.E.S.pedroespinosa.es/>
- I.E.S. Práxedes Mateo Sagasta. Logroño.
www.I.E.S.sagasta.com
- I.E.S. San Isidoro de Sevilla. Sevilla.
www.institutosanisidoro.com
- I.E.S. Vega del Turia (antes José Ibáñez Martín). Teruel.
<http://www.I.E.S.vegadelturia.es/>
- I.E.S. Virgen del Carmen. Jaén.
<http://www.I.E.S.virgendelcarmen.com/>
- Seminario Conciliar de Menorca. Ciutadella. Menorca.
<http://www.ime.cat/cataleg-seminari-ciutadella/>

2. Páginas revisadas que no muestran instrumentos

- | | |
|---|---|
| I.E.S. Alhambra. Granada. | I.E.S. Columela. Cádiz. |
| I.E.S. Alonso Pérez Díaz. Santa Cruz de la Palma. | I.E.S. El Brocense. Cáceres. |
| I.E.S. Ausiàs March. Barcelona. | I.E.S. Francisco Ribalta. Castellón. |
| I.E.S. Brianda de Mendoza. Guadalajara. | I.E.S. Fray Andrés. Ciudad Real. |
| I.E.S. Celia Viñas. Almería. | I.E.S. Goya. Zaragoza. |
| I.E.S. Cervantes. Madrid. | I.E.S. J. Ibáñez Martín. Lorca. Murcia. |
| I.E.S. Claudio Moyano. Zamora. | I.E.S. Joan Alcover. Baleares. |

I.E.S. Jorge Juan. Alicante.
I.E.S. José María Pereda. Santander. Cantabria.
I.E.S. Jovellanos. Gijón. Asturias.
I.E.S. Leonardo de Chabacier, Calatayud. Zaragoza.
I.E.S. Lluís Vives. Valencia.
I.E.S. Lope de Vega. Madrid.
I.E.S. Lorenzo Hervás y Panduro. Cuenca.
I.E.S. Luis Barahona de Soto. Málaga.
I.E.S. Luis de Góngora. Córdoba.
I.E.S. Maestro Juan de Ávila. Ciudad Real.
I.E.S. Miguel de Unamuno. Bilbao.
I.E.S. Miguel Servet. Zaragoza.
I.E.S. Pare Vitòria. Alcoi. Valencia.
I.E.S. Pérez Galdós. Las Palmas de Gran Canaria.
I.E.S. Plaza de la Cruz. Pamplona.
I.E.S. Ramiro de Maeztu. Madrid.
I.E.S. Ramon Llull. Palma de Mallorca. Baleares.
I.E.S. Ramon Muntaner. Figueras.
I.E.S. Sánchez Cantón. Pontevedra.
I.E.S. Sant Vicent Ferrer. Algemesí. Valencia.
I.E.S. Santa Clara. Santander. Cantabria.
I.E.S. Santísima Trinidad. Baeza. Jaén
I.E.S. Vicens Vives. Gerona.
I.E.S. Zorrilla. Segovia.
I.E.S. Zurbarán. Badajoz.

ANEXO 6. INSTRUMENTOS HISTÓRICOS CONSERVADOS EN EL OBSERVATORIO DE CARTUJA (GRANADA)

Instrumento	Tipo	Nº Inventario
Calculadora "Bohn Contex"	Auxiliar	05.12.38
Pluviómetro	Medida	05.12.30
Pluviómetro	Medida	05.12.31
Higrómetro	Medida	05.12.33
Nefoscopio "J. Duboscq"	Investigación	05.12.35
Higrómetro de cabello	Medida	05.12.37
Totalizador de anemómetro "Ducretet & Lejeune"	Auxiliar	05.12.39
Transformador "TRQ"	Auxiliar	05.12.40
Rueda de Besson "Jules Richard"	Medida	05.12.41
Termómetro de mercurio	Medida	05.12.42
Caja con diez oculares de telescopio	Auxiliar	05.12.43
Máquina de calcular "Antares"	Auxiliar	05.12.44
Receptor de radio de galena	Auxiliar	05.12.45
Aritmógrafo "Troncet"	Auxiliar	05.12.46
Barómetro de Fortin "Ducretet"	Medida	05.12.47
Reloj eléctrico "Peyer Favarger"	Auxiliar	05.12.48
Sumadora "Stiatti"	Auxiliar	05.12.49
Registrador gráfico sobre papel ahumado	Auxiliar	05.12.50
Registrador gráfico sobre papel fotográfico	Auxiliar	05.12.51
Indicador de velocidad de anemómetro "Munro"	Medida	05.12.52
Indicador de dirección de anemómetro "R. Fuess"	Medida	05.12.53
Nefoscopio	Investigación	05.12.54
Círculo meridiano "Mailhat"	Investigación	05.12.55
Teodolito "Salmoiraghi"	Medida	07.12.56
Telescopio ecuatorial "Mailhat"	Investigación	05.12.01
Reloj eléctrico sincronizador	Auxiliar	05.12.02
Fotoheliógrafo "Steward"	Investigación	05.12.02
Reloj eléctrico sincronizador "Elliott"	Auxiliar	05.12.03
Reloj eléctrico "L. Ieroy & Cie"	Auxiliar	05.12.04
Espectrógrafo "Adam Hilger"	Investigación	05.12.05
Telescopio ecuatorial "Grubb"	Investigación	05.12.08
Sismógrafo "Askania"	Investigación/Medida	05.12.09
Barómetro de cubeta "Jules Richard"	Medida	05.12.10
Sextante "Secretan"	Medida	05.12.34.1
Caja con cuatro oculares de telescopio "Brampton's"	Auxiliar	05.12.36.1
Barómetro patrón "E. Ducretet"	Medida	05.12.11
Sismógrafo "Askania"	Investigación/Medida	05.12.13
Sismógrafo "Askania"	Investigación/Medida	05.12.14
Catetómetro	Auxiliar/Medida	05.12.15
Termómetro de precisión	Medida	05.12.16
Micrómetro "Adam Hilger"	Medida/Auxiliar	05.12.17
Registrador de anemómetro "Richard Freres"	Auxiliar	05.12.18
Sismógrafo de péndulo invertido "Berchmans"	Investigación/Medida	05.12.28
Nefoscopio de rastrillo	Investigación	05.12.29

ANEXO 7. INSTRUMENTOS CONSERVADOS DE LA ESCUELA NORMAL DE GRANADA

Instrumento	Tipo de instrumento	Nº de inventario
Pirómetro de cuadrante	Medida	04.04.020
Esferómetro	Medida	04.04.028
Voltímetro	Medida	04.04.030
Amperímetro	Medida	04.04.031
Areómetro de Nicholson	Medida	04.04.038.1
Areómetro de Nicholson	Medida	04.04.039.1
Electroscopio de panes de oro	Medida	04.04.050
Endosmómetro de Dutrochet	Medida	04.04.081
Barómetro anerode	Medida	04.04.082
Barógrafo + caja con papel graduado	Medida	04.04.083.1
Reloj de sol ecuatorial	Medida	04.04.084
Barómetro de Fortin	Medida	04.04.085
Barómetro de Fortin	Medida	04.04.086.1
Metrónomo	Medida	04.04.087
Manómetro	Medida	04.04.119
Probeta graduada	Medida	04.04.120
Aparato de Hope	Medida	04.04.126
Calorímetro de Weinhold	Medida	04.04.136
Juego de medidas de capacidad	Medida	04.04.151.1
Juego de medidas de capacidad	Medida	04.04.152.1
Balanza analítica	Medida	04.04.156
Puente de hilo	Medida	04.04.159
Puente de hilo	Medida	04.04.160
Manómetro	Medida	04.04.166
Barómetro	Medida	04.04.169
Espectroscopio	Estudio y Demostración	04.04.001
Juego de tres espejos circulares en soporte	Estudio y Demostración	04.04.002.1
Estuche con 5 lentes y 4 filtros de colores	Estudio y Demostración	04.04.006
Prisma sobre soporte	Estudio y Demostración	04.04.009
Electroimán en soporte de madera	Estudio y Demostración	04.04.010
Aparato de Tesla	Estudio y Demostración	04.04.013.1
Aparato de Ingenhousz	Estudio y Demostración	04.04.018.1
Anillo de s'Gravesande	Estudio y Demostración	04.04.021
Anillo de s'Gravesande	Estudio y Demostración	04.04.022
Anillo de s'Gravesande	Estudio y Demostración	04.04.023
Espejo ustorio	Estudio y Demostración	04.04.026
Cuadro con tubos de Geissler	Estudio y Demostración	04.04.027
Arco voltaico	Estudio y Demostración	04.04.032
Botella de Leyden	Estudio y Demostración	04.04.033
Botella de Leyden	Estudio y Demostración	04.04.034
Botella de Leyden	Estudio y Demostración	04.04.035
Botella de Leyden	Estudio y Demostración	04.04.036
Jarra eléctrica	Estudio y Demostración	04.04.037
Caída en el vacío	Estudio y Demostración	04.04.040.3
Máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.041.1
Dinamo eléctrica	Estudio y Demostración	04.04.041.2
Máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.042.01
Instrumento accesorio de máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.042.02
Instrumento accesorio de máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.042.03
Instrumento accesorio de máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.042.04
Instrumento accesorio de máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.042.05
Instrumento accesorio de máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.042.06
Instrumento accesorio de máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.042.07

Instrumento accesorio de máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.042.08
Péndulo de Foucault	Estudio y Demostración	04.04.042.09
Rotación de líquidos	Estudio y Demostración	04.04.042.10
Centrifugadora	Estudio y Demostración	04.04.042.11
Experiencia de Tyndall	Estudio y Demostración	04.04.042.12
Regulador de Watt	Estudio y Demostración	04.04.042.13
Máquina centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.043.1
Aplastamiento de meridianos	Estudio y Demostración	04.04.043.2
Fuerza centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.043.3
Rotación de líquidos	Estudio y Demostración	04.04.043.4
Pinzas para la experiencia de Tyndall	Estudio y Demostración	04.04.043.5
Péndulo de Foucault	Estudio y Demostración	04.04.043.6
Transformador de Faraday	Estudio y Demostración	04.04.045.1
Aparato de Oersted	Estudio y Demostración	04.04.046
Botella de Leyden de armaduras móviles (fragmento)	Estudio y Demostración	04.04.048
Péndulo eléctrico	Estudio y Demostración	04.04.049
Termopila	Estudio y Demostración	04.04.053
Voltámetro	Estudio y Demostración	04.04.056
Voltámetro	Estudio y Demostración	04.04.057
Voltámetro	Estudio y Demostración	04.04.058
Aparato de Oersted	Estudio y Demostración	04.04.059
Aparato de Oersted	Estudio y Demostración	04.04.061
Vasos comunicantes con tubos capilares	Estudio y Demostración	04.04.064
Aparato de Haldat	Estudio y Demostración	04.04.065.1
Diapasón en caja de resonancia	Estudio y Demostración	04.04.071.1
Tubo de descarga en gases	Estudio y Demostración	04.04.072
Tubo de descarga	Estudio y Demostración	04.04.074
Tubo de descarga	Estudio y Demostración	04.04.075
Caída en el vacío	Estudio y Demostración	04.04.076.1
Fuente en el vacío	Estudio y Demostración	04.04.076.2
Fuente en el vacío	Estudio y Demostración	04.04.077
Paralelogramo de fuerzas	Estudio y Demostración	04.04.088
Aparato de péndulos	Estudio y Demostración	04.04.089
Tribómetro	Estudio y Demostración	04.04.111
Emisor radiotelegráfico	Estudio y Demostración	04.04.116
Taladratarjetas	Estudio y Demostración	04.04.117
Vasos comunicantes	Estudio y Demostración	04.04.124
Lluvia de mercurio	Estudio y Demostración	04.04.125
Tubo de rayos x	Estudio y Demostración	04.04.129
Bobinas para experiencias de inducción	Estudio y Demostración	04.04.130
Igualdad de presión en una esfera	Estudio y Demostración	04.04.140
Aplastamiento de meridianos	Estudio y Demostración	04.04.141
Fuerza centrífuga	Estudio y Demostración	04.04.142
Péndulos eléctricos	Estudio y Demostración	04.04.145
Tubo de Mariotte	Estudio y Demostración	04.04.167
Tubo de Mariotte	Estudio y Demostración	04.04.168
Botella de Leyden	Estudio y Demostración	04.04.170
Aparato de Riess	Estudio y Demostración	04.04.171
Modelo de máquina de vapor horizontal	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.007
Modelo de bomba aspirante-impelente	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.008
Modelo de bomba aspirante-impelente	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.019
Alambique	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.024.1
Modelo de prensa hidráulica	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.044
Alambique	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.066.1
Telégrafo de cuadrante (emisor)	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.068.1
Telégrafo de cuadrante (receptor)	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.068.2

Modelo de torno	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.090
Modelo de torno	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.091
Modelo de torno	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.092
Modelo de torno vertical	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.093
Modelo de torno vertical	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.094
Modelo de cabria	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.095
Modelo de cabria	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.096
Modelo de cabria	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.097
Alambique de Richard (fragmento)	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.110
Receptor Morse	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.113
Teléfono (incompleto)	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.114
Centralita telefónica	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.115
Modelo de torno metálico	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.118
Manipulador Morse	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.121
Modelo de torno	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.123
Receptor radiotelegráfico con cohesor de Branly	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.146
Micrófono de Hughes	Tecnológico/Modelo tec.	04.04.154
Máquina electrostática de Wimshurst	Producción de agentes físicos	04.04.011
Máquina electrostática de Wimshurst	Producción de agentes físicos	04.04.012
Generador magnetoeléctrico para telefonía	Producción de agentes físicos	04.04.029
Máquina neumática	Producción de agentes físicos	04.04.040.1
Pila Leclanché	Producción de agentes físicos	04.04.051
Máquina electrostática de Ramsden	Producción de agentes físicos	04.04.078
Máquina electrostática de Wimshurst	Producción de agentes físicos	04.04.079
Batería de jarras eléctricas	Producción de agentes físicos	04.04.080.1
Bomba de compresión	Producción de agentes físicos	04.04.128
Lámpara de petróleo de intensidad regulable	Producción de agentes físicos	04.04.148
Batería de pilas de bicromato	Producción de agentes físicos	04.04.155
37 negativos fotográficos en placa de vidrio	Uso no científico o cotidiano	04.04.003
Cámara fotográfica	Uso no científico o cotidiano	04.04.004
34 diapositivas en placa de vidrio	Uso no científico o cotidiano	04.04.005
Linterna de proyección	Uso no científico o cotidiano	04.04.025
Cámara fotográfica + accesorios	Uso no científico o cotidiano	04.04.101.1
Estereoscopio + estuche con 110 estereofotografías en cartón	Recreativo	04.04.054
Colección de doce estereofotografías en placa de vidrio	Recreativo	04.04.103
Vaso de Tántalo	Recreativo	04.04.127
Modelo de bobinado de tambor en madera	Modelo didáctico	04.04.062
Modelo de marcha de rayos en lentes	Modelo didáctico	04.04.073
Modelo de pistón monocara	Modelo didáctico	04.04.099
Modelo en cartón de máquina de vapor de watt	Modelo didáctico	04.04.102
Modelo de vernier circular	Modelo didáctico	04.04.137
Aparato para mostrar el desarrollo de la hélice	Modelo didáctico	04.04.138
Globo celeste	Modelo didáctico	04.04.153
Caja de resistencias	Auxiliar	04.04.014
Excitador con mangos de vidrio	Auxiliar	04.04.015
Excitador eléctrico	Auxiliar	04.04.016
Excitador eléctrico	Auxiliar	04.04.017
Excitador eléctrico	Auxiliar	04.04.047
Reostato	Auxiliar	04.04.052
Fluoroscopio	Auxiliar	04.04.060
Centrifugadora manual	Auxiliar	04.04.063.1
Microproyector	Auxiliar	04.04.067
Lámpara de cuarto oscuro	Auxiliar	04.04.069
Lámpara de cuarto oscuro	Auxiliar	04.04.070
Vasos porosos de pila Leclanché	Auxiliar	04.04.098.1

9 marcos de madera para diapositivas	Auxiliar	04.04.104
2 marcos de madera para diapositivas	Auxiliar	04.04.105
Gradilla soporte para secado de placas fotográficas	Auxiliar	04.04.112
Estufa de laboratorio	Auxiliar	04.04.122
Transformador	Auxiliar	04.04.139
Accesorios de aparatos de mecánica	Auxiliar	04.04.143
Depósito de aire comprimido	Auxiliar	04.04.144
Cuba hidrargironeumática	Auxiliar	04.04.147
Soplete	Auxiliar	04.04.149
Soplete	Auxiliar	04.04.150
Soporte articulado de madera	Multiuso	04.04.100
2 cubetas de cinc	Multiuso	04.04.106
2 cubetas de latón	Multiuso	04.04.107
Cubeta de cobre	Multiuso	04.04.108
Cubeta de hierro esmaltado	Multiuso	04.04.109

**ANEXO 8. CATÁLOGO DE LOS INSTRUMENTOS DE FÍSICA Y QUÍMICA QUE
EXISTEN EN EL GABINETE DE MÁQUINAS DEL INSTITUTO DE S. ISIDRO
AGREGADO A LA UNIVERSIDAD CENTRAL**

Fuentes: Elaboración propia a partir de Moreno (1988: 469-500) y Guijarro (2002: 189-194).

Instrumento	Tipo de instrumento
Modelo de nonio o vernier	Medida
Modelo de campana de buzos	Modelo Tecnológico
Lluvia de mercurio	Demostración
Aparato de la Academia del Cimento para la porosidad de los metales	Demostración
Prismas de madera para porosidad y compresibilidad	Demostración
Tabla para id.	Demostración
Aparato de cristal para la compresibilidad de los líquidos	Demostración
Tubo de Mariotte para la ley de las presiones atmosféricas	Demostración
Columna de caoba según S'Graveande que sirve para multitud de usos	Multiuso
Aparato de caoba para la resultante de dos fuerzas concurrentes	Demostración
Mesa forrada de bayeta verde para el mismo objeto	Demostración
Mesa de nogal y bastidor con poleas para la demostración de teoremas sobre fuerzas	Demostración
Aparato para la columna de 'sGravesande con poleas y cordones para las fuerzas paralelas	Demostración
Modelo para la resultante de las fuerzas en el espacio	Demostración
Modelo de mesa de caoba con un cubo, dos prismas y una tabla para centro de gravedad	Demostración
Pirámide con secciones para Id.	Demostración
Prisma con id. Para id.	Demostración
Figura de marfil para id.	Demostración
Caballo de madera para lo mismo	Demostración/Recreativo
Volteador de madera para id.	Demostración/Recreativo
Doble cono para centro de gravedad	Demostración
Plano inclinado y cilindro para id.	Demostración
Modelo de palanca recta y angular	Demostración
Balanzas comunes de varios tamaños (4)	Medida
Balanza común con los brazos divididos en partes iguales (2)	Medida
Balanzas de ... con sus correspondientes pesas (2)	Medida
Juego de pesas de latón	Auxiliar
Balanza de Roverbal	Medida
Balanza común de hierro con platillo de cobre	Medida
Dinamómetro circular	Medida
Id. Angular de resorte	Medida
Dinamómetro cilíndrico de resorte	Medida
Sistema de tres palancas combinadas	Demostración
Tres poleas sueltas de metal	Multiuso
Dos sistemas de poleas montadas en un mismo pie	Demostración
Tres sistemas de poleas de latón	Demostración
Modelo de torno con su rueda	Modelo tec./Demostración
Modelo de id. Con manubrio	Modelo tec./Demostración
Torno de madera y latón con ruedas de diferentes diámetros	Modelo tec./Demostración
Modelo de cabria	Modelo tec./Demostración
Id. de cabrestante	Modelo tec./Demostración
Modelos de grúa (2)	Modelo tec./Demostración
Modelo de cric o gato	Modelo tec./Demostración
Aparato del plano inclinado de hierro	Demostración
Aparato de la caída que se arma en la columna de 'sGravesande	Estudio y demostración
Espiral de Arquímedes de madera	Modelo tec./Demostración
Cilindro de madera para demostrar la generación del tornillo	Demostración

Tornillo sin fin	Demostración
Aparato que se arma en la columna de 'sGravesande para demostrar la relación de las fuerzas con las cuerdas	Demostración
Tribómetro de Desaguliers para el estudio de las frotaciones	Estudio y demostración
Tribómetro de Coulomb para id.	Estudio y demostración
Tubos de vidrio para el descenso de los graves (2)	Demostración
Dos tubos de vidrio que se unen por medio de una rosca de latón y un platillo de metal para la caída de los cuerpos en el vacío	Demostración
Máquina de Atwood para el estudio de las leyes del descenso de los graves	Estudio y demostración
Círculo de madera para la caída de los graves por el diámetro vertical y por las cuerdas	Demostración
Martillos de agua (2)	Demostración
Máquina de fuerzas centrales según 'sGravesande	Demostración
Aparato para demostrar la forma esferoidal de la tierra	Demostración
Aparato de Descartes para la rotación de los líquidos y gases	Demostración
Máquina de para elevar el agua por la rotación rápida de una cuerda	Demostración
Aparato para la caída parabólica de un cuerpo sólido	Demostración
Tres esferas iguales de marfil, plomo, madera suspendidas de hilos de seda	Demostración
Aparato de dos péndulos que se hacen oscilar en el aire y en el agua	Demostración
Metrónomo	Medida
Cicloide de caoba con su cuerda	Demostración
Arco de cicloide y círculo	Demostración
Dos arcos de cicloide prolongados tangencialmente	Demostración
Máquina de percusión de 'sGravesande	Demostración
Máquina id. con plano de arcilla y cuatro esferas de latón	Demostración
Máquina de percusión oblicua	Demostración
Aparato de caoba con plano de mármol para el choque oblicuo	Demostración
Vaso de cristal para la presión de abajo a arriba	Demostración
Tubo llamado de los cuatro elementos	Demostración
Aparato de los vasos de Pascal de hoja de lata	Demostración
Aparato de Haldat	Demostración
Aparato para la presión de los líquidos (vaso con tubos adicionales)	Demostración
Aparato de vasos comunicantes	Demostración
El mismo aparato más sencillo	Demostración
Aparato para el equilibrio de líquidos heterogéneos	Demostración
Nivel de agua de latón	Uso no científico
Nivel de aire	Uso no científico
Balanza hidrostática	Estudio y demostr./Medida
Balanza hidrostática moderna	Estudio y demostr./Medida
Dos campanas de vidrio para la anterior	Auxiliar
Esferas de diferentes sustancias y de pesos iguales	Demostración
Cilindro doble de latón para el principio de Arquímedes	Demostración
Vaso con una esfera hueca de metal para el equilibrio de los cuerpos flotantes	Demostración
Dos ampollas de vidrio para determinar el peso específico de los cuerpos flotantes	Medida
Areómetro de Nicholson	Medida
Areómetro de id. de hoja de lata	Medida
Areómetro de Fahrenheit de vidrio	Medida
Cuatro areómetros comunes	Medida
Alcohómetro centesimal de Gay-Lussac	Medida
Aparato de Prony	Auxiliar
Molinete de reacción de hoja de lata	Demostración
Id. de latón	Demostración
Tres vasos taladrados para la salida de los líquidos	Demostración

Tres vasos con tubos adicionales de diferentes formas	Demostración
Dos id. de latón con tubos adicionales largos	Demostración
Trípodes de madera para colocar los vasos anteriores (2)	Auxiliar
Aparato para demostrar la influencia de las ventosas en los tubos de conducción del agua	Estudio y demostración
Aparato con depósito de agua para el estudio de los saltadores [surtidores]	Estudio y demostración
Globo para pesar el aire	Demostración
Globo id. completo	Demostración
Baroscopio	Demostración
Rompevejigas (2)	Demostración
Hemisferios de Magdeburgo	Demostración
Cortamanzanas	Demostración
Tres conos [huecos] de metal para colocar la mano sobre la platina de la máquina neumática	Demostración
Recipiente con dos barómetros, al interior y al exterior	Demostración
Barómetros de cubeta ancha (2)	Medida
Dos id. más sencillos (2)	Medida
Barómetro de cubeta	Medida
Barómetro de cubeta	Medida
Barómetro de sifón sencillo	Medida
Id. con llave para el transporte	Medida
Id. de Gay-Lussac	Medida
Id.	Medida
Barómetro de Fortin	Medida
Id. de cuadrante	Medida
Id. aneroides	Medida
Manómetro	Medida
Manómetro de Bourdon	Medida
Máquina neumática con dos cuerpos de bomba	Prod. agentes físicos
Máquinas [neumáticas] antiguas con dos cuerpos de bomba (2)	Prod. agentes físicos
Máquina neumática de un cuerpo de bomba	Prod. agentes físicos
Platina secundaria	Auxiliar
Dos probetas para la máquina neumática	Auxiliar
Máquina de compresión de un cuerpo de bomba	Prod. agentes físicos
Campanas de cristal de diferentes tamaños	Multiuso
Modelo de bomba aspirante	Modelo tecnológico
Id. más sencillo	Modelo tecnológico
Modelo de bomba aspirante impelente	Modelo tecnológico
Id. más sencillo	Modelo tecnológico
Modelo de bomba de incendios	Modelo tecnológico
Id. más moderna	Modelo tecnológico
Bomba aspirante	Modelo tecnológico
Fuente de compresión	Prod. agentes físicos
Id.	Prod. agentes físicos
Escopeta de viento	Recreativo
Fuente de Heron	Demostración/Recreativo
Fuente de id. de cobre barnizada	Demostración/Recreativo
Modelo de id. toda de cristal	Demostración/Recreativo
Dos pipetas de diferente forma	Uso no científico
Fuente intermitente	Demostración/Recreativo
Fuente Id. de cobre	Demostración/Recreativo
Bastón o caño hidráulico que eleva el agua por la simple oscilación	Modelo tecnológico
Modelo de ariete hidráulico	Modelo tecnológico
Modelo de prensa hidráulica	Modelo tecnológico
Sifones de diferentes formas y tamaño	Auxiliar
Sifón intermitente	Demostración/Recreativo
Embudo mágico	Recreativo

Fuente en el vacío	Demostración/Recreativo
Frasco de Mariotte (salida constante)	Auxiliar
Planos de vidrio para la adherencia	Demostración
Discos de mármol para id.	Demostración
Láminas de cristal con charnela para capilaridad	Demostración
Láminas para id.	Demostración
Aparato de tubos capilares	Demostración
Dos aparatos para la condensación???	Demostración
Aparato de relojería para el sonido en el vacío	Demostración
Sonómetro con dos arcos	Estudio y demostración
Tres placas de vidrio y tornillo para fijarlos	Estudio y demostración
Aparato de placas de latón	Estudio y demostración
Diapasón pequeño	Estudio y demostración
Dos campanillas con mango	Auxiliar
Tubo con pistón para reforzar el sonido [resonancia]	Demostración
Fuelle para los sonidos comparados	Estudio y demostración
Sirena de Cagniard	Medida (frecuencia)
Bocina	Uso no científico
Trompetilla acústica	Uso no científico
Termómetro de Reaumur	Medida
Termómetro con escalas Reaumur y centígrada	Medida
Termómetro con escalas Reaumur y Fahrenheit	Medida
Termómetro de alcohol con escala Reaumur	Medida
Termómetro de máxima y mínima	Medida
Termométrógrafo	Medida
Termómetro diferencial de Leslie	Medida
Termoscopio de Rumford	Medida
Termómetro de Wedgwood	Medida
Espejos para la reflexión del calor	Demostración
Espejo cóncavo para experiencias del calor radiante	Estudio y demostración
Cubo [de Leslie] para experiencias del calor radiante	Estudio y demostración
Aparato de Melloni	Estudio y demostración
Pirómetro de Musschenbroek (metales)	Medida
Anillo de 'sGravesande	Demostración
Aparato de Gay-Lussac para la dilatación de los gases	Demostración
Modelo de péndulo compensador montado	Tecnológico/Demostración
Péndulo compensador de Ellicott	Tecnológico/Demostración
Termómetro de Breguet	Medida
Aparato para máxima densidad del agua [Hope]	Demostración
Aparato de Dumas para la densidad de los vapores	Medida
Barómetro de vapor con cubeta profunda (tensión de vapor en el vacío)	Demostración/Medida (presión)
Aparato de Gay-Lussac (tensión de una mezcla de vapores y gases)	Medida/Demostración
Aparato para la congelación del agua en el vacío	Demostración
Eolipila de cobre con mango	Demostración
Eolipila sobre carrito de latón	Demostración
Marmita de Papin	Tecnológico/Demostración
Marmita id. mayor	Tecnológico/Demostración
Crióforo de Wollaston	Demostración
[Modelo de] Máquina de vapor de Savery de latón	Modelo tecnológico
Modelo de máquina de vapor de alta presión	Modelo tecnológico
Eslabón neumático de cristal	Demostración
Eslabón más pequeño de metal	Demostración
Calorímetro de Lavoisier	Medida
Calorímetro de Rumford	Medida
Higrómetro de cabello con termómetro	Medida
Id. de cuerda de tripa	Medida
Id. de Daniell	Medida

Hipsómetro	Medida
Pluviómetro de latón	Medida
Pantallas de madera pintadas de negro con agujero y diafragma	Demostración
Aparato de latón para ley de la reflexión	Demostración
Espejo plano metálico	Estudio y demostración
Espejo circular metálico	Estudio y demostración
Espejo id.	Estudio y demostración
Espejos planos (2)	Estudio y demostración
Óptica montada en pie de madera con tres cartones pintados	Estudio y demostración
Kaleidoscopio o trasfigurador	Recreativo
Espejo ustorio	Demostración
Espejo cóncavo	Estudio y demostración
Espejo cóncavo	Estudio y demostración
Espejo cóncavo octogonal	Estudio y demostración
Espejo cóncavo esférico	Estudio y demostración
Espejo id. cilíndrico	Estudio y demostración
Espejo id. [de anamorfosis] con doce cartones	Recreativo
Tabla con dos anamorfosis	Recreativo
Cuadrícula para el dibujo	Auxiliar
Octantes de reflexión (2)	Medida
Sextante de reflexión con tres vidrios de colores	Medida
Cuba de cristal con dos lentes para experimentos de refracción	Estudio y demostración
Prismas montados (4)	Estudio y demostración
Prisma de vidrio montado	Estudio y demostración
Prismas sin montura (2)	Estudio y demostración
Prismas ingleses (4)	Estudio y demostración
Pie de madera para colocar los anteriores	Multiuso
Prisma hueco (de líquidos)	Estudio y demostración
Prisma id. con separaciones para diferentes líquidos	Estudio y demostración
Prisma de ángulo variable	Estudio y demostración
Prisma cónico para la descomposición circular	Estudio y demostración
Poliprisma	Estudio y demostración
Lente convergente	Estudio y demostración
Lentes convergentes (2)	Estudio y demostración
Lente convergente	Estudio y demostración
Lente divergente	Estudio y demostración
Vidrios de color (3)	Estudio y demostración
Aparato para la refracción de los gases	Estudio y demostración
Aparato de siete espejos [recomposición]	Demostración
Círculo [disco] de Newton	Demostración
Daguerrotipo [cámara]	Tecnológico
Cámara lúcida pequeña	Uso no científico
Estereoscopio con dos vistas de cristal y una de papel	Recreativo
Linterna mágica con nueve láminas	Recreativo
Microscopio simple	Demostración
Microscopio solar de Cuff de latón	Recreativo
Id. de cartón	Recreativo
Microscopio id. de metal	Recreativo
Microscopios de latón antiguos (2)	Demostración
Microscopio con armadura de cartón	Demostración
Megáscopo de cartón	Auxiliar
Anteojos terrestres	Uso no científico
Id. de telégrafo	Uso no científico
Anteojos de Galileo de cartón (3)	Uso no científico
Anteojos de latón plateado	Uso no científico
Polemoscopio dorado	Uso no científico
Telescopio gregoriano	Demostración
Id. más pequeño	Demostración

Modelo de ojo humano de marfil	Demostración
Ojo artificial para explicar los tres estados de la vista	Demostración
Aparato id. mayor sin mecanismo interior	Demostración
Fenakisticopo con tres cartones	Recreativo
Aparato sencillo de refracción	Demostración
Aparato para los anillos coloreados [Newton]	Demostración
Cristal de espato de Islandia	Demostración
Anteojo acromático de Rochon para medir distancias	Medida
Aparato de Norremberg [polariscopio]	Demostración
Polariscopio de Arago	Demostración
Espejo negro [polarización]	Demostración
Pinzas de turmalina	Demostración
Prisma analizador de espato	Demostración
Sacarímetro	Medida
Dos agujas imantadas	Demostración
Aguja astática	Demostración
Caja con dos barras imantadas	Estudio y demostración
Péndulo magnético	Demostración
Seis imanes en forma de herradura	Estudio y demostración
Imán artificial en herradura montado	Estudio y demostración
Imán natural montado	Estudio y demostración
Brújula montada en ágata	Uso no científico
Brújula con anteojo	Uso no científico
Brújula de inclinación	Medida
Brújula marina	Uso no científico
Aparato para el magnetismo de rotación	Demostración
Máquina eléctrica de un conductor	Prod. agentes físicos
Máquina de dos conductores	Prod. agentes físicos
Banquillos aisladores (2)	Auxiliar
Péndulo eléctrico	Estudio y demostración
Aparato de dos péndulos eléctricos	Estudio y demostración
Cilindro de vidrio	Estudio y demostración
Dos barritas de lacre	Estudio y demostración
Balanza de Coulomb	Medida/Investigación
Esfera hueca de Coulomb con plano de prueba	Demostración
Cilindro de latón aislado con péndulos para electrización por influencia	Demostración
Cilindros aislados para id. (2)	Demostración
Conductores eléctricos de latón (6)	Demostración
Electróforos con platillos de estaño y piel de gato (2)	Estudio y demostración
Fuelle cilíndrico para proyectar el minio y azufre en el electróforo	Auxiliar
Cuadro mágico	Demostración
Condensador de Aepinus	Demostración
Cuadro centelleante	Demostración
Excitadores, dos con mangos de vidrio (4)	Auxiliar
Excitador universal	Demostración
Electrómetro condensador	Medida
Electroscopio de esferillas de médula	Medida
Una botella de Leyden grande y ocho pequeñas	Estudio y demostración
Aparato del granizo eléctrico	Demostración/Recreativo
Aparato del baile eléctrico	Demostración/Recreativo
Aparato para la descomposición de la botella de Leyden [armaduras móviles]	Demostración
Batería de cinco bocaleas con electrómetro de cuadrante	Prod. agentes físicos
Campanario eléctrico con tres timbres	Demostración
Id. con botella de Leyden	Demostración
Aparato de la araña de Franklin	Demostración/Recreativo
Aparato para inflamar la pólvora	Demostración

Termómetro eléctrico de Kinnersley	Demostración
Tubo de vidrio con guarniciones de latón para electricidad en el vacío	Demostración
Pistoletes de Volta (2)	Demostración
Tres campanas para la electricidad en el vacío	Demostración
Pirámide centelleante	Demostración/Recreativo
Cilindros metálicos terminados en punta (3)	Demostración
Molinetes eléctricos (2)	Demostración
Dos... de hoja de lata para la aceleración de la salida de los líquidos por la electricidad (2)	Demostración
Pirámide para demostrar los efectos originados por las interrupciones en los conductores de los pararrayos	Demostración
Casita llamada del rayo de cartón (2)	Modelo didáctico
Prensa para la fusión del oro por la electricidad	Demostración
Dos platillos de cinc y cobre con mangos de vidrio	Multiuso
Dos discos de cinc y cobre para un multiplicador	Multiuso
Pila de Volta de columna de 50 pares	Prod. agentes físicos
Pila de artesa de 12 pares	Prod. agentes físicos
Elemento de Wollaston con su vaso de vidrio	Prod. agentes físicos
Pila de Wollaston de 12 elementos	Prod. agentes físicos
Pila de Grove	Prod. agentes físicos
Seis pares de Bunsen	Prod. agentes físicos
Seis id. de Daniell	Prod. agentes físicos
Pila de Daniell con vaso de vidrio para la galvanoplastia	Prod. agentes físicos
24 vasos porosos para las pilas anteriores	Auxiliar
Electrotipo de Boquillon	Uso no científico
Aparato para inflamar el carbón	Demostración
Voltámetro	Medida
Tubo encorvado con dos láminas de platino para descomponer sales	Demostración
Aparato para la influencia de la corriente en la aguja imantada	Demostración
Multiplicador de dos agujas	Medida
Aparato electrodinámico de Ampère	Demostración
Aparato flotador de la Rive	Demostración
Elemento termoeléctrico de Seebeck	Estudio y demostración
Electroimán de Pouillet	Prod. agentes físicos
Aparato de Ruhmkorff	Prod. agentes físicos
Dos aparatos de inducción pequeños	Prod. agentes físicos
Aparato de Clarke	Prod. agentes físicos
Modelo de telégrafo de cuadrante	Modelo tecnológico
Modelo de id. de Breguet	Modelo tecnológico
Una campanilla eléctrica [timbre]	Auxiliar

Nota: Las pilas se han considerado cada tipo como un solo instrumento para no darles la misma categoría que a instrumentos de medida o de demostración. Lo mismo para las botellas de Leyden, vasos porosos para las pilas y otros objetos de poca relevancia.

ANEXO 9. INSTRUMENTOS (1860-1915) DE LA COLECCIÓN DEL I.E.S. P. SUÁREZ
(GRANADA)

Nº de Inventario	Instrumento	Tipo de instrumento
04.01.006.2	Densímetro (pesa éter)	Medida
04.01.008.1	Balanza de Mohr Westphal	Medida
04.01.006.3	Densímetro Baumé	Medida
04.01.009	Esferómetro	Medida
04.01.006.4	Densímetro (pesa vinos)	Medida
04.01.010	Esferómetro	Medida
04.01.006.5	Densímetro. Alcohómetro Centesimal de Gay-Lussac	Medida
04.01.012	Balanza analítica	Medida
04.01.014	Juego de pesas	Medida
04.01.015	Metro patrón	Medida
04.01.037.1	Areómetro de Nicholson	Medida
04.01.048	Dinamómetro	Medida
04.01.049	Dinamómetro	Medida
04.01.050	Dinamómetro	Medida
04.01.051	Balanza hidrostática	Medida/Estudio y demostración
04.01.059	Electrómetro de Bohnenberger	Medida
04.01.060.1	Electroscopio condensador de Volta	Medida
04.01.061.1	Electroscopio condensador de Volta	Medida
04.01.108	Galvanómetro de Nobili	Medida
04.01.109	Galvanómetro de Nobili	Medida
04.01.110	Brújula	Medida
04.01.114	Galvanómetro	Medida
04.01.119	Puente de hilo	Medida
04.01.132	Miliamperímetro	Medida
04.01.134	Galvanómetro de imán móvil	Medida
04.01.139	Microamperímetro	Medida
04.01.149	Barómetro de sifón	Medida
04.01.150	Aparato de dos barómetros (Exp. de Pascal)	Medida
04.01.152	Barómetro de Fortin	Investigación/Medida
04.01.153.1	Barómetro de campo	Investigación/Medida
04.01.155	Manómetro de mercurio	Medida
04.01.156	Termómetro	Medida
04.01.157	Barómetro de sifón	Medida
04.01.158	Barómetro aneroide	Medida
04.01.159.1	Higrómetro de Daniell	Medida
04.01.160.1	Calorímetro de Weinhold	Medida
04.01.161.1	Piroheliómetro de Pouillet	Medida
04.01.165	Barógrafo	Investigación/Medida
04.01.181	Manómetro metálico de Bourdon	Medida
04.01.182.1	Calorímetro de Lavoisier	Medida
04.01.183.1	Calorímetro de Lavoisier	Medida
04.01.184	Endosmómetro de Dutrochet	Medida
04.01.185	Termómetro Reaumur	Medida
04.01.186	Termómetro Mouillé	Medida
04.01.187.1	Termómetro centígrado	Medida
04.01.187.2	Termómetro centígrado	Medida
04.01.189.1	Pesavinos	Medida
04.01.190.1	Pesavinos	Medida
04.01.196	Calorímetro de Favre y Silbermann	Medida
04.01.201	Fotómetro de Bunsen	Medida
04.01.242	Electrómetro de cuadrante de Henley	Medida

04.01.257.1	Sirena de Cagniard	Medida
04.01.302	Electrómetro absoluto de Braun	Medida
04.01.326	Voltámetro	Medida
04.01.345	Electrómetro de cuadrante de Henley	Medida
08.01.433	Cronómetro eléctrico de d'Arsonval	Medida
08.01.438	Aparato de Gay-Lussac para medir la tensión superficial del agua por debajo de 0° C	Medida
08.01.440	Aparato de cuatro tubos para medir tensiones de vapor	Medida
08.01.442	Endosmómetro de Dutrochet	Medida
08.01.444	Balanza granataria suspendida	Medida
08.01.454	Balanza analítica	Medida
08.01.457	Romana	Medida
08.01.464	Higrómetro de Saussure	Medida
08.01.465	Barómetro aneroide	Medida
04.02.016	Transmisión del movimiento por engranajes	Demostración/Modelo Tecnológico
04.02.017	Marco con poleas y polipastos	Demostración/Modelo Tecnológico
04.02.018	Aparato para mostrar la caída parabólica de los sólidos	Demostración
04.02.019	Aparato para el estudio de la reflexión de los sólidos	Demostración
04.02.020	Aplastamiento de meridianos	Demostración
04.02.021.1	Aparato de Tyndall	Demostración
04.02.022	Plano inclinado con carrito	Estudio y Demostración
04.02.023.1	Aparato de fuerzas centrales	Estudio y Demostración
04.02.026	Aparato para el estudio de la transmisión del movimiento en mecanismos	Demostración/Modelo Tecnológico
04.02.028	Aparato para mostrar la resistencia del aire (modelo doble)	Demostración
04.02.029	Aparato para el estudio de poleas	Demostración
04.02.030	Tornillo sin fin	Demostración/Modelo Tecnológico
04.02.032	Tornillo y tuerca de madera	Demostración/Modelo Tecnológico
04.02.034.1	Aparato de Haldat	Demostración
04.02.036	Vasos comunicantes capilares	Demostración
04.02.038	Hemisferios de Magdeburgo	Demostración
04.02.039	Baroscopio	Demostración
04.02.040	Eslabón neumático	Demostración
04.02.041	Eslabón neumático	Demostración
04.02.042	Fuente intermitente	Demostración/Recreativo
04.02.043.1	Aparato para mostrar el principio de Pascal	Demostración
04.02.052	Aparato para el estudio del choque elástico	Demostración
04.02.053	Aparato para el estudio de la ley de Hooke	Demostración
04.02.056	Aparato para las leyes del péndulo	Demostración
04.02.055.1	Máquina de Atwood	Estudio y Demostración/Medida
04.02.057	Composición de fuerzas	Demostración
04.02.058	Granizo eléctrico	Demostración
04.02.063	Cuadro fulminante de Franklin	Demostración
04.02.062.1	Templete para danza eléctrica	Demostración/Recreativo
04.02.062.2	Figura de médula de saúco para la danza eléctrica	Demostración/Recreativo
04.02.065	Huevo eléctrico	Demostración
04.02.070	Regadera eléctrica	Demostración
04.02.071	Botella de Leyden	Estudio y Demostración
04.02.073	Efecto eléctrico de las puntas	Demostración
04.02.074	Botella de Leyden con péndulos	Demostración
04.02.075	Botella de Leyden/bastón eléctrico	Demostración
04.02.077.1	Botella de Leyden de armaduras móviles	Demostración

04.02.078.1	Botella de Leyden de armaduras móviles	Demostración
04.02.080	Tubo centelleante	Demostración
04.02.081	Péndulo eléctrico	Demostración
04.02.082	Conductor cilíndrico aislado	Demostración
04.02.083	Botella de repique	Demostración
04.02.084	Esfera hueca de Coulomb (distribución de carga)	Estudio y Demostración
04.02.086	Condensador de Aepinus	Estudio y Demostración
04.02.085.1	Esfera hueca y hemisferios de Cavendish	Estudio y Demostración
04.02.090	Disco de vidrio para cargar por frotamiento	Demostración
04.02.091	Disco de madera/fieltro para cargar por frotamiento	Demostración
04.02.092	Electróforo de latón	Demostración
04.02.094	Electróforo de latón	Demostración
04.02.095	Electróforo de estaño	Demostración
04.02.096	Electróforo de latón	Demostración
04.02.099	Eudiómetro	Estudio y Demostración
04.02.101	Aparato electrodinámico de Pouillet	Estudio y Demostración
04.02.100.1	Tubos de Geissler	Estudio y Demostración
04.02.102	Aparato electrodinámico de Pouillet	Estudio y Demostración
04.02.103	Aparato electrodinámico de Pouillet	Estudio y Demostración
04.02.104	Aparato de Garthe	Estudio y Demostración
04.02.105	Multiplicador de Schweigger	Estudio y Demostración/Medida
04.02.106	Agujas astáticas	Demostración
04.02.107	Solenoides	Estudio y Demostración
04.02.118	Cohesor de Branly	Demostración
04.02.121	Rueda de Barlow	Estudio y Demostración
04.02.122	Rotación de imanes	Estudio y Demostración
04.02.123	Disco de Arago	Estudio y Demostración
04.02.129.1	Imán recto	Demostración
04.02.138.1	Bobina de inducción de Faraday	Demostración
04.02.140	Electroimán	Estudio y Demostración
04.02.141	Imán en herradura	Estudio y Demostración
04.02.143	Imán en forma de "v"	Estudio y Demostración
04.02.142.1	Piedra imán armada en soporte	Estudio y Demostración
04.02.148.1	Máquina de Pacinotti-Gramme	Estudio y Demostración
04.02.151	Aparato de Gay-Lussac y Thenard	Demostración/Medida
04.02.166	Pila termoelectrónica de Melloni	Estudio y Demostración
04.02.167	Dilatómetro (pirómetro de cuadrante)	Estudio y Demostración/Medida
04.02.191	Pinza para la experiencia de Galvani	Demostración
04.02.192	Cubo de Leslie	Demostración
04.02.197	Espejo cóncavo	Demostración
04.02.199	Prisma de ángulo variable	Demostración
04.02.198.1	Juego de lentes (lente biconvexa)	Estudio y Demostración
04.02.200	Prisma de líquidos	Demostración
04.02.198.2	Juego de lentes (lente bicóncava)	Estudio y Demostración
04.02.202	Modelo de ojo para la explicación de defectos de la visión	Demostración
04.02.203	Dispositivo para la observación de los anillos de Newton	Demostración
04.02.205	Prisma en soporte articulado	Demostración
04.02.206	Poliprisma	Demostración
04.02.207	Polariscopio de Nörrenberg	Demostración/Medida
04.02.208	Espejo plano en soporte	Auxiliar
04.02.209.1	Juego de espejos (espejo cóncavo)	Estudio y Demostración
04.02.211	Espectroscopio de visión directa	Estudio y Demostración
04.02.209.2	Juego de espejos (espejo plano)	Estudio y Demostración
04.02.209.3	Juego de espejos (espejo convexo)	Estudio y Demostración
04.02.218.1	Microscopio acromático	Estudio y Demostración

04.02.219.1	Microscopio	Estudio y Demostración
04.02.221	Telescopio de gregory	Demostración
04.02.220.1	Microscopio	Estudio y Demostración
04.02.223.1	Cilindro para el principio de Arquímedes	Demostración/Auxiliar
04.02.234.1	Disco de Newton	Demostración
04.02.236.1	Pistoletes de volta	Demostración
04.02.248	Cámara oscura	Demostración
04.02.249	Eolipila	Demostración
04.02.254	Tubo sonoro	Demostración
04.02.255	Bocina acústica	Estudio y Demostración
04.02.256.1	Membrana para nodos en tubos sonoros	Estudio y Demostración
04.02.259	Placas de Chladni	Demostración
04.02.260.1	Conjunto de cuatro tubos sonoros con embocadura de bisel (do3)	Demostración
04.02.261	Conjunto de dos tubos sonoros cerrados	Demostración
04.02.260.2	Conjunto de cuatro tubos sonoros con embocadura de bisel (mi3)	Demostración
04.02.262	Conjunto de dos tubos con lengüeta simple	Demostración
04.02.260.3	Conjunto de cuatro tubos sonoros con embocadura de bisel (sol3)	Demostración
04.02.263.1	Conjunto de cuatro tubos sonoros con embocadura de bisel (do3)	Demostración
04.02.260.4	Conjunto de cuatro tubos sonoros con embocadura de bisel (do4)	Demostración
04.02.264	Conjunto de dos tubos sonoros troncopiramidales	Demostración
04.02.263.2	Conjunto de cuatro tubos sonoros con embocadura de bisel (mi3)	Demostración
04.02.265	Conjunto de dos tubos sonoros troncopiramidales	Demostración
04.02.263.3	Conjunto de cuatro tubos sonoros con embocadura de bisel (sol3)	Demostración
04.02.266	Conjunto de tres tubos sonoros	Demostración
04.02.263.4	Conjunto de cuatro tubos sonoros con embocadura de bisel (do4)	Demostración
04.02.272	Diapasón	Demostración
04.02.271.1	Diapasón en caja de resonancia	Demostración
04.02.273	Diapasón	Demostración
04.02.274	Espejo giratorio para el análisis del sonido	Estudio y Demostración
04.02.275.1	Conjunto de seis diapasones para el análisis del sonido	Estudio y Demostración
04.02.276	Sirena de Seebeck	Estudio y Demostración/ Medida
04.02.278	Espejo parabólico para el estudio del sonido	Demostración
04.02.277.1	Sonómetro diferencial	Estudio y Demostración/ Medida
04.02.280	Radiómetro de Crookes	Demostración
04.02.283	Tubo de Rayos x	Demostración
04.02.284	Tubo de Rayos x	Demostración
04.02.286	Tubo de Crookes	Demostración
04.02.290.1	Espejos ustorios	Demostración
04.02.292	Campana y resonador de Savart	Demostración
04.02.295	Portarretratos de Franklin	Demostración
04.02.300	Paradoja Dinámica (cilindro)	Demostración
04.02.301	Modelo de cric	Demostración/Modelo Tecnológico
04.02.303.1	Teléfono Bell	Demostración/Tecnológico
04.02.304.1	Timbre eléctrico	Demostración/Tecnológico

04.02.307	Banco óptico	Estudio y Demostración
04.02.308	Banco óptico	Estudio y Demostración
04.02.327	Aparato para electrolisis	Demostración
04.02.333	Pila de Volta	Estudio y Demostración
04.02.339	Lluvia de mercurio	Demostración
04.02.342	Piezómetro	Demostración
04.02.353	Tubo de Crookes	Demostración
04.02.352.1	Fuente de Herón	Demostración/Recreativo
04.02.354	Tubo de Crookes con cruz de malta	Demostración
04.02.355	Aparato para mostrar el principio de Pascal	Demostración
04.02.359	Fuente en el vacío	Demostración
04.02.358.1	Molinete eléctrico	Demostración
04.02.360	Aparato para el estudio de la relación de alturas en líquidos de diferente densidad	Demostración
04.02.363	Transformador de alta tensión (Elster y Geitel)	Demostración
04.02.365	Espirales de inducción con lámpara	Estudio y Demostración
04.02.401.1	Aparato de Mach	Demostración
04.02.402	Pistolete eléctrico en forma de barco	Demostración/Recreativo
04.02.403	Mortero eléctrico (éter)	Demostración
04.02.412	Aparato para el estudio de las leyes de la reflexión (Silbermann)	Demostración
07.02.419	Péndulo de viscosidad	Demostración
07.02.422	Mortero eléctrico	Demostración
07.02.423	Mortero eléctrico	Demostración
07.02.425	Tubo de descarga	Demostración
08.02.428	Aparato para mostrar la resistencia del aire (modelo simple)	Demostración
08.02.430	Globo de vidrio: atermancia y diatermancia de disoluciones	Demostración
08.02.432	Aparato para mostrar la inercia de un cuerpo en reposo	Demostración
08.02.435	Aparato de Ingenhousz	Demostración
08.02.436	Tribómetro de Coulomb	Demostración
08.02.437	Aparato para el estudio de la ley de Hooke	Demostración
08.02.441.1	Anillo de s'Gravesande	Demostración
08.02.446	Aparato de Venturi o de Charles	Demostración
08.02.450.1	Planos de cohesión	Demostración
08.02.456.1	Cinco planchas de madera para el estudio del centro de gravedad	Estudio y Demostración
08.02.459	Paradoja dinámica (cilindro)	Demostración/Recreativo
08.02.460	Aparato de Trevelyan	Demostración
08.02.461	Aparato para explicar la generación del tornillo	Demostración
08.02.463	Excitador universal	Estudio y Demostración
08.02.467	Tubos capilares	Demostración
04.03.001	Modelo de torno	Modelo Tecnológico
04.03.002	Modelo de rueda de pasos	Modelo Tecnológico
04.03.003	Modelo de grúa	Modelo Tecnológico
04.03.004	Modelo de torno vertical o cabrestante	Modelo Tecnológico
04.03.005	Modelo de cábria	Modelo Tecnológico
04.03.024	Modelo de regulador de watt	Modelo Tecnológico
04.03.025	Modelo de hélice de mangin	Modelo Tecnológico
04.03.033	Acción de la cuña	Modelo Tecnológico /Estudio y Demostración
04.03.035	Bomba aspirante impelente	Modelo Tecnológico
04.03.044	Modelo de prensa hidráulica	Modelo Tecnológico
04.03.117.1	Telégrafo de cuadrante	Tecnológico/Modelo Tecnológico
04.03.120	Telégrafo Morse	Tecnológico/Modelo

		Tecnológico
04.03.126	Lámpara de arco con regulador	Modelo Tecnológico
04.03.127	Detector de incendios	Tecnológico
04.03.128	Timbre eléctrico	Modelo Tecnológico
04.03.130	Interruptor	Tecnológico
04.03.144	Motor eléctrico	Tecnológico
04.03.145	Motor eléctrico	Tecnológico
04.03.146	Motor eléctrico	Tecnológico
04.03.168	Modelo de máquina de vapor vertical	Modelo Tecnológico
04.03.169	Modelo de locomotora de vapor	Modelo Tecnológico
04.03.170	Modelo de distribuidor de máquina de vapor	Modelo Tecnológico
04.03.171	Modelo de válvula de seguridad	Modelo Tecnológico
04.03.172	Modelo de válvula de esfera	Modelo Tecnológico
04.03.173	Válvula	Modelo Tecnológico
04.03.174	Válvula de chapaleta	Modelo Tecnológico
04.03.175	Émbolo con válvula de chapaleta	Modelo Tecnológico
04.03.176	Émbolo con válvula de chapaleta	Modelo Tecnológico
04.03.177	Émbolo con tiras de cuero	Modelo Tecnológico
04.03.179	Modelo de cilindro de vapor	Modelo Tecnológico
04.03.178.1	Émbolo con segmentos	Modelo Tecnológico
04.03.178.2	Émbolo con segmentos de cuero	Modelo Tecnológico
04.03.180	Válvula de chapaleta	Modelo Tecnológico
04.03.178.3	Émbolo	Modelo Tecnológico
04.03.178.4	Émbolo	Modelo Tecnológico
04.03.195	Marmita de Papin	Tecnológico /Demostración
04.03.226.1	Cámara estereofotográfica Jules Richard	Tecnológico
04.03.227	Cámara fotográfica	Tecnológico
04.03.228	Cámara fotográfica	Tecnológico
04.03.229.1	Cámara fotográfica	Tecnológico
04.03.244	Modelo de hélice de cuatro aspas de barco de vapor	Modelo Tecnológico
04.03.250	Estuche con once discos de pizarra para gramófono	Tecnológico
04.03.269	Fonógrafo de Edison	Tecnológico
04.03.270.1	Cilindro de cera en caja de hojalata	Tecnológico
04.03.270.2	Cilindro de cera en caja de hojalata	Tecnológico
04.03.288	Radio de galena	Tecnológico
04.03.351	Ariete hidráulico	Modelo Tecnológico
04.03.399	Gramófono	Tecnológico
08.03.429.1	Estetoscopio de Koenig	Tecnológico
08.03.449	Bomba aspirante elevadora	Modelo Tecnológico
08.03.466	Péndulo compensador de parrilla	Tecnológico /Demostración
04.04.045	Fuente de compresión	Producción de agentes físicos
04.04.064	Batería de cuatro botellas de Leyden	Producción de agentes físicos
04.04.066	Máquina de Carré	Producción de agentes físicos
04.04.068	Máquina de Wimshurst de dos discos	Producción de agentes físicos
04.04.069	Máquina de Toepler modificada	Producción de agentes físicos
04.04.111	Carrete de Ruhmkorff	Producción de agentes físicos
04.04.112	Carrete de Ruhmkorff	Producción de agentes físicos
04.04.113	Carrete de Ruhmkorff	Producción de agentes físicos

		físicos
04.04.115	Máquina de Ramsden	Producción de agentes físicos
04.04.125	Máquina magnetoeléctrica de Clarke	Producción de agentes físicos
04.04.147	Magneto	Producción de agentes físicos
04.04.291	Máquina neumática de Bianchi	Producción de agentes físicos
04.04.305	Bobina de inducción	Producción de agentes físicos
04.04.321.1	Conjunto de tres pilas Daniell	Producción de agentes físicos
04.04.322.1	Conjunto de siete pilas Leclanché	Producción de agentes físicos
04.04.329.1	Conjunto de diez pilas de bicromato	Producción de agentes físicos
04.04.334	Batería de pilas Leclanché	Producción de agentes físicos
04.04.337.2	Conjunto de ocho pilas Bunsen	Producción de agentes físicos
04.04.341	Pila de artesa	Producción de agentes físicos
04.04.364	Transformador de alta tensión (Elster y Geitel)	Producción de agentes físicos
08.04.448	Máquina neumática con dos cuerpos de bomba	Producción de agentes físicos
08.04.452	Batería de nueve botellas de Leyden	Producción de agentes físicos
04.05.116	Modelo de casa con pararrayos	Uso no científico
04.05.212	Anteojos de teatro	Uso no científico
04.05.216	Catalejo	Uso no científico
04.05.251	Arco de contrabajo	Uso no científico
04.05.252	Arco de contrabajo	Uso no científico
04.05.258	Xilófono	Uso no científico
04.05.318.1	Alambique	Uso no científico
04.05.416.1	Nivel de agua	Uso no científico
07.05.424.1	Nivel de burbuja	Uso no científico
08.05.434	Modelo de palanca	Uso no científico
04.06.213	Calidoscopio	Recreativo
04.06.214	Calidoscopio	Recreativo
04.06.215	Calidoscopio	Recreativo
04.06.222	Linterna mágica (lampadoscopio "boule")	Recreativo
04.06.224	Estereóscopo	Recreativo
04.06.235	Praxinoscopio	Recreativo
04.06.246	Volatineros chinos	Recreativo
04.06.268	Teléfono de cordel	Recreativo/Demostración
04.06.315.1	Vasos de Tántalo	Recreativo
04.06.344	Microscopio solar	Recreativo
04.06.357	Botella mágica	Recreativo
04.06.400	Embudo mágico	Recreativo
04.06.410	Microscopio para la observación de insectos vivos y semillas	Recreativo
08.06.445.1	Taumátropo con cinco planchas	Recreativo
08.06.462.1	Tres acuarelas para espejo de anamorfosis	Recreativo
04.07.162	Modelo articulado de máquina de Watt	07 Modelo didáctico
04.07.163	Modelo articulado de locomotora Cramptom	07 Modelo didáctico
04.07.164	Modelo articulado de máquina de vapor	07 Modelo didáctico

04.07.253.1	Simulador de movimiento ondulatorio	07 Modelo didáctico
04.08.027	Soporte de altura regulable con cremallera	Auxiliar
04.08.067	Banco aislado para experiencias eléctricas	Auxiliar
04.08.072	Soporte para experiencias de equilibrio	Auxiliar
04.08.079	Soporte conductor para experiencias eléctricas	Auxiliar
04.08.088	Excitador con mangos de vidrio	Auxiliar
04.08.087.1	Excitador simple con mango de ebonita	Auxiliar
04.08.089	Excitador doble sin mangos	Auxiliar
04.08.087.2	Excitador simple con mango de ebonita	Auxiliar
04.08.124	Grupo convertidor	Auxiliar
04.08.133	Transformador con voltímetro	Auxiliar
04.08.137	Reostato	Auxiliar
04.08.143.1	Reostato	Auxiliar
04.08.143.2	Reostato	Auxiliar
04.08.188	Lámpara de Argand	Auxiliar
04.08.193	Aparato de Regnault (punto 100 del termómetro)	Auxiliar
04.08.204	Pantalla de vidrio traslúcido en soporte	Auxiliar
04.08.217	Catetómetro	Auxiliar
04.08.238	Lámpara de cuarto oscuro	Auxiliar
04.08.239	Lámpara de petróleo	Auxiliar
04.08.243	Mangos para electroterapia	Auxiliar
04.08.279.1	Pilas secas	Auxiliar
04.08.285.1	Fluoroscopio	Auxiliar
04.08.294	Cuadro eléctrico portátil	Auxiliar
04.08.296	Juego de pesas	Auxiliar
04.08.297.1	Juego de pesas de latón	Auxiliar
04.08.298.1	Juego de pesas de hierro	Auxiliar
04.08.306	Conmutador rotativo tipo Bertin	Auxiliar
04.08.343.1	Portaluz	Auxiliar
04.08.404	Prensa para negativos	Auxiliar
04.08.406	Prensa para contactos	Auxiliar
04.08.411.1	Objetivos de linterna de proyección	Auxiliar
04.08.414	Conmutador	Auxiliar
04.09.194	Soporte para refrigerantes	Multiuso
04.09.230	Linterna de proyección	Auxiliar
04.09.231	Linterna de proyección	Auxiliar
04.09.233	Linterna de proyección	Auxiliar
04.09.237	Linterna de proyección	Auxiliar
04.09.245	Campanario eléctrico	Demostración
04.09.293.1	Fuelle con mesa para esmaltar y soplete	Multiuso
04.09.309	Mechero Bunsen de cinco grupos	Multiuso
04.09.310.1	Mecheros Meker	Multiuso
04.09.311.1	Mecheros Bunsen simples	Multiuso
04.09.314	Mufla	Multiuso
04.09.316	Baño maría	Multiuso
04.09.317	Baño maría	Multiuso
04.09.319	Aparato para la producción de acetileno	Multiuso
04.09.320	Aparato para la producción de oxígeno	Multiuso
04.09.324	Encendedor de Döbereiner	Multiuso
04.09.331	Encendedor de Döbereiner	Multiuso
04.09.347	Embudos de cobre	Multiuso
04.09.349	Prensacorchos	Multiuso
04.09.356	Espita adaptadora para máquina de vacío	Multiuso
04.09.366	Lámpara Tesla	Auxiliar
04.09.367	Botella de Leyden con descargador	Demostración
04.09.387	Campana de vidrio	Multiuso
04.09.408	Soporte articulado	Multiuso

04.09.409	Soporte de madera	Multiuso
07.09.418	Doce placas de linterna mágica	Auxiliar
07.09.426	Cuadro eléctrico	Multiuso
08.09.447	Linterna mágica con tres objetivos (cromoscopio)	Recreativo
08.09.448	Modelo de hélice de cuatro aspas de barco de vapor	Modelo Tecnológico
08.09.468	Láminas de Hauksbee	Demostración
08.09.458	Fenakiscopio de Plateau	Recreativo

Actualmente en la colección pero procedentes de otros gabinetes:

Modelo didáctico	04.09.210	Planetario
Medida	04.01.007.1	Juego de medidas de capacidad
Auxiliar	07.09.420	Aritmómetro de Thomas de Colmar

Nota: Las pilas se han considerado cada tipo como un solo instrumento para no darles la misma categoría que a instrumentos de medida o de demostración. Lo mismo para las botellas de Leyden y otros objetos de poca relevancia.

ANEXO 10. INSTRUMENTOS RESEÑADOS EN LAS MEMORIAS DEL INSTITUTO DE GRANADA (1860-1915) E IDENTIFICADOS EN LA COLECCIÓN ACTUALMENTE

Memoria curso 1860-1861

PROPIEDADES GENERALES

Nonius o Vernier.	
Aparato para demostrar la porosidad orgánica, ó para la lluvia de Diana.	04.02.339
Tubo de Mariotte para la ley de la compresibilidad de los gases.	
Aparato de Oersted para la compresibilidad de los líquidos.	04.02.342

MECÁNICA DE SÓLIDOS

Paralelogramo de las fuerzas.	
Plano [inclinado] para el centro de gravedad.	04.02.022
Aparato completo para el centro de gravedad.	
Un montante de madera sencillo de poleas y tróculas.	
Modelo de Cabria.	04.03.005
Id. de Crik, Simple.	04.03.301
Martillo de agua.	
Tubo de vidrio para la caída de los cuerpos en el vacío.	
Máquina de Atwood, para el descenso de los graves.	04.02.055.1, 08.02.055.2
Parábola de anillos.	04.02.018
Aparato para demostrar el aplanamiento de la tierra.	04.02.020

MECÁNICA DE FLUIDOS

Aparato de Haldat con tres vasos para la demostración de la paradoja hidrostática.	04.02.034.1
Balanza hidrostática para el principio de Arquímedes, con el doble cilindro.	04.01.051
Gravímetro de Nicholson, de hoja de lata barnizado.	04.01.037.1
Flotador de Prony.	
Globo de vidrio para pesar el aire.	
Rompe-vejigas.	
Hemisferios de Magdeburgo.	04.02.038
Nivel de aire.	07.05.424.1
Baróscopo, ó balanza para demostrar el principio de Arquímedes en el aire.	04.02.039
Recipiente con dos barómetros.	04.01.150
Barómetro de cubeta.	
Id. aneroide.	04.01.158
Id. de Bourdon.	
Máquina neumática, con dos campanas.	08.04.448
Fuente de compresión, con su pistón impelente para introducir otro gas que el aire.	04.04.045
Recipiente con una bomba, para hacer ver que no funciona en el vacío.	
Modelo de bomba aspirante con los cilindros de cristal.	04.03.035
Modelo de bomba aspirante impelente.	08.03.449
Frasco de Mariotte.	
Prensa hidráulica con los cuerpos de bomba de cristal.	04.03.044
Fuente de Heron.	04.02.352.1

ACCIONES MOLECULARES.

Dos discos de vidrio para la cohesión.	08.02.450.1
Aparato de tubos capilares.	08.02.467

Dos laminas unidas para el movimiento de los líquidos, según que mojen ó no mojen a los sólidos.	08.02.468
--	-----------

ACÚSTICA.

Aparato de relojería para el vacío de la máquina neumática.	
---	--

CALÓRICO

Un termómetro grande, de escala metálica.	04.01.156
Otro Id. pequeño.	
Un termómetro diferencial de Leslie.	
Espejo esférico y cubo de Leslie.	Cubo: 04.02.192
Dos espejos conjugados para la reflexión del calor	04.02.290.1, 04.02.290.2
Un péndulo compensador.	08.09.466
Un calorímetro de Lavoissier y Laplace.	04.01.182
Barómetro dicho de vapor, con trípode de madera.	
Aparato [de Gay-Lussac] para la mezcla de los gases y vapores.	04.02.151
Una marmita de Papin.	04.03.195
Un higrómetro de Saussure	08.01.464

ÓPTICA.

Aparato para demostrar las leyes de la reflexión, en toda forma de superficies.	04.02.412
Espejos, plano, cóncavo y convexo, para la formación de las imágenes.	04.02.209.1- 04.02.209.3
Cuba pequeña de cristal para la refracción.	
Un prisma de vidrio para la descomposición de la luz.	04.02.205
Id. otro para demostrar el acromatismo.	
Dos lentes, cóncava y convexa.	04.02.198.1, 04.02.198.2
Estereoscopio con cinco vistas, dos de cristal y tres en papel	Estereoscopio: 04.06.224
Microscopio compuesto.	
Anteojo terrestre.	
Telescopio Gregoriano.	04.02.221

MAGNETISMO

Un imán en herradura.	04.02.141.1
Una aguja imantada.	

ELECTRICIDAD

Barras de vidrio y de lacre.	
Péndulo eléctrico.	04.02.081
Dos cilindros aislados para la electricidad por influencia.	04.02.082, sólo uno
Aparato dicho del granizo eléctrico.	04.02.058
Campanario eléctrico.	04.02.245
Fuente de tres Cañitos para conocer la influencia de la electricidad.	04.02.070
Máquina eléctrica [Ramsden] con el banquillo aislador y dos conductores secundarios, y el electrómetro de Henley.	Máquina: 4.04.115, electrómetro: 04.01.242
Electróforo.	
Un condensador de lámina de vidrio [Aepinus].	04.02.086
Excitador de mango de vidrio.	04.08.088
Dos botellas de Leyden.	
Batería de Cuatro tarros.	04.04.064
Un electrómetro condensador de Volta.	04.01.060
Aparato para inflamar la pólvora.	
Dos pistoletes.	07.02.422, 07.02.423

Id. otro en forma de navío.	04.02.402
Cuadro resplandeciente.	04.02.063
Pila de columna de Volta de 50 pares.	04.02.333
Un voltámetro.	
Un soplete de metal.	04.09.293.2

Memoria curso 1861-1862

Aparato para demostrar la ley de las palancas	
Id. compuesto, de tres palancas, para demostrar la ley del equilibrio en el sistema de las mismas	
Balanza llamada de Roberval	
Romana de resorte para pesar hasta 50 kilogramos	08.01.457
Modelo de torno de madera	04.03.001
Id. de rosca sin fin	04.02.030
Aparato para demostrar la ley de la reflexión de los cuerpos elásticos	04.02.052
Tribómetro de Coulomb	
Aparato para demostrar la presión de abajo arriba	
Id. para el equilibrio de los líquidos en vasos comunicantes	04.02.036
Id. id. con llaves para la comunicación	
Frasco para las densidades	
Areómetro universal	
Colección de 10 pesa-sales, pesa-ácidos, etc	
Aparato de Venturi	
Barómetro de Gay-Lussac	04.01.157
Aparato de goma elástica para la succión en los sifones	
Dos vasos de Tántalo	04.06.315.1, 04.06.315.2
Aparato para la elevación de los líquidos en el vacío	04.02.359
Fuente intermitente	04.02.042
Ariete hidráulico	04.02.351
Frasco de Mariotte	
Ludión y vaso correspondiente	
Dos globitos aerostáticos de 50 y 60 centímetros	
Endosmómetro	04.01.184
Un balón con llave y campanilla para el sonido en el vacío	
Sonómetro	04.02.277.1
Arcos de bajo y contrabajo	04.05.251, 04.05.252
Diapasón normal	
Id. con caja para reforzar el sonido	04.02.271.1
Aparato para las vibraciones de las placas	04.02.259
Bocina de latón	
Trompa de Alemani	
Termómetro con escala sobre el mismo tubo	
Id. de máxima, a la Negreti [Negretti]	04.01.187.1
Id. de mínima, a id. [Idem]	04.01.187.2
Termoscopio de Rumfort [Rumford]	
Termómetro de mercurio para baños	
Id. de alcohol para id.	
Id. de mercurio para química	
Pirómetro [anillo] de S' Gravesande	08.02.441
Aparato para la diferente conductibilidad de los sólidos [Ingenhousz]	08.02.435
Id. para la dilatación de los líquidos	
Id. para la no conductibilidad de los mismos	
Aparato para el estudio de los vapores en el vacío, con trípode de hierro	
Calorímetro de Lavoissier	04.01.183
Higrómetro de Daniell	04.01.159.1
Id. de Regnault	
Modelo de máquina de vapor con lámpara de alcohol	04.03.168

Id. de locomotora con id.	04.03.169
Fotómetro de Wheatstone	
Fenakiscopio de Plateau	08.06.458
Kaleidóscopo	
Prisma de Nicol	
Analizador de Delessenne [Delezenne]	
Romboedro de espato de Islandia	
Disco de Newton	04.02.234.1
Un porta-luz	04.08.343.1
Anteojo de Galileo	
Microscopio solar	04.06.344
Id. para semillas	04.06.410
Id. de Coddington	
Una lente con mango de caja [sic]	
Reunión de tres lentes, llamada triloupe	
Cuenta hilos cilíndrico	
Otro id. de plegadera	
Un espejo de facetas	
Espejo cilíndrico para las anamórfosis, con 12 cuadros de pequeñas dimensiones	Acuarelas: 08.06.462.1 a 08.06.462.3
Id. cónico con seis cuadros	
Ojo para la aplicación de las lentes	04.02.202
Cinco vistas en cristal para el estereóscopo	
Caja con dos barras magnéticas	04.02.129
Brújula de declinación	
Id. de inclinación	
Aparato para demostrar el fenómeno de la rotación magnética, descubierto por Arago	04.02.123
Tubo de vidrio, con armadura, para el desarrollo de la electricidad por el frotamiento del mercurio	
Una esfera hueca de Coulomb	04.02.084
Otra id. con doble cubierta	04.02.085.1-.3
Campanario eléctrico con botella de Leyden	04.02.083
Botella de Leyden con péndulos	04.02.074
Aparato para la teoría de la botella de Leyden [armaduras móviles]	04.02.077
Electrómetro de cuadrante	04.01.345
Excitador universal	08.09.463
Mortero eléctrico	
Vaso para inflamar el éter	04.02.403
Porta-retratos de Franklin	
Prensa para id.	04.02.295
Excitador de zinc y cobre	
Láminas soldadas de id. id.	
Un elemento de Wollaston	
Pila de id. de doce elementos	04.04.341
Dos discos de zinc y cobre con mangos aisladores	Cinc: 04.02.095; cobre: 04.02.097
Otros dos, uno de metal y otro de cristal con id. id.	Metal: 04.02.094; Vidrio: 04.02.090
Un elemento de Daniell	
Electro-imán de Pouillet	
Aparato electrodinámico de Pouillet con el conmutador y demás accesorios	04.02.101, 102, 103
Elemento de Seebeck	
Lámpara filosófica [Boutigny]	
Cuatro plantillas de diferentes figuras, una pirámide y un paralelepípedo para la teoría del centro de gravedad	08.02.456
Un modelito de alzaprima	

Un modelo de nivel de albañil con su plomada	
Un barómetro de Fortin [de campo], con trípode	04.01.153.1
Nivel de agua, de metal, con dos tubos de repuesto	04.05.416.1
Id. de aire, con tornillos de corrección	
Barómetro de sifón, con llave	
Termómetro de mercurio	
Cinta sencilla de 30 metros	

Memoria curso 1862-1863

Un modelo de Grúa en madera	04.03.003
Molinete hidráulico	
Crióforo	
Hervidor de Franklin	
Pulsímetro	
Termómetrografo, con su imán y doble suspensión para el transporte	
Lámpara de esmaltar con fuelle cilíndrico y vertical	04.09.293.1
Udómetro de M. Mangon	
Modelo en cartón de la máquina de vapor de Watt	04.07.162
Idem id. id. de id., para la navegación	04.07.164
Idem id. de locomotora	04.07.163
Colección de 10 cristales con objetos transparentes para el microscopio	
Idem de 6 id. con vistas fotográficas para idem	
Dos cilindros para el desarrollo de la electricidad por frotamiento, uno de lacre y otro de goma laca	
Un excitador simple	
Un tubo chispeante	04.02.080
Aparato para el análisis de la botella de Leyden	04.02.078
Aislador para id.	
Modelo de pararrayos	
Reómetro de hilo corto y grueso	
Idem de id. largo y delgado	
Un voltámetro	
Un inductor de dos hilos	
Otro id. de uno	
Un par de Daniell	
Otro id. de Grow [Grove]	
Dos id. de Bunsen	
Máquina electromagnética de Clarke	04.04.125
Dos hélices sinestrorsum una, y destrórsum la otra	
Un imán natural con su armadura y sustentáculo correspondientes	04.02.142
Una aguja imantada con sustentáculo	
Una pantalla para recibir el espectro solar	

Memoria curso 1864-1865

Un Pyrheliómetro [de Pouillet]	04.01.161
Unos gemelos marinos grandes con triple ocular para espectáculo, campo y marina	
Un antejo, gran tamaño	
Un microscopio simple montado sobre tres pies	
Una lente cilíndrica biconvexa con mango de hueso y armadura metálica rectangular	
Un termómetro de mercurio con depósito en espiral, y escala de metal montada sobre tablilla de caoba	
Otro termómetro de mercurio montado al aire sobre armadura de fundición barnizada, que lleva la escala en relieve	
Otro termómetro de alcohol, dicho de jardinero, montado también en	

armadura de fundición, y de forma apropiada al objeto, con escala de relieve	
Una plomada	
Un microscopio de grabador	
Otro idem de relojero	
Un cuentahílos de pulgada	

Memoria Universidad del curso 1865-1866, publicada en 1867

Un microscopio Stanhope	
Uno id. id. dorado	
Una lente de Coddington con armadura y cubierta	
Instrumento de los salvajes	
Ocho trozos de madera que arrojados al suelo dan los sonidos de la gama	
Aparato de Savart, compuesto de una tabla de madera y una cuerda de violón para hacer ver cómo vibrando esta transversalmente comunica a aquella un movimiento de vibraciones tangenciales	
Un conductor de gancho de un metro de longitud y doble tirada	07.02.425
Un huevo eléctrico	04.02.065
Una botella de Leyden	
Un cilindro de vidrio deslustrado por un extremo	
Tres figuras de saúco para la danza eléctrica	04.02.062.2 [una]
Un multiplicador de Schweigger	04.02.105
Un manómetro de aire libre	
Uno id. de aire comprimido con escala sobre cobre	
Un id. metálico de Bourdon	04.09.181
Una caja con vejiga que levanta peso por la dilatación del aire interior	
Un eslabón neumático de cristal	04.02.040
Un frasco o botella, llamada de los cuatro elementos	
Un areómetro de Fahrenheit, con su estuche	
Seis modelos de pistón	04.03.176, 77, 04.03.178.1-.4
Un modelo de cuerpo de bomba	
Tres modelos de válvula	04.03.173-175
Una bomba de tonelero	
Una botella con cinco divisiones para hacer salir a voluntad otros tantos líquidos [mágica]	04.06.357
Un embudo mágico	04.06.400
Un plano de mármol y esfera de marfil para la elasticidad	
Dos volatineros chinos de a dos figuras	04.06.246
Un modelo de válvula en D o de corredera para la distribución doble efecto del vapor en las máquinas de este nombre	04.03.170
Un modelo de máquina de cilindro oscilante	
Modelo de válvula de seguridad	04.03.171
Idem de regulador de Watt	04.03.024
Un barómetro anerode	04.01.158

Memoria curso 1869-1870

Un aparato de inducción electro-voltaico medical de Mr. Miraú	
Una cámara oscura, pequeña, fotográfica, con su pie correspondiente	04.02.248
Una caja de pesas graduadas	
Dos espirales de Mathieu	
Pantalla circular de vidrio deslustrado, con marco, pie y cristal	04.08.204
Fotómetro de Rumford	
Id. de Bouguer	

Memoria curso 1878-1879

Máquina de Carré	04.04.066
Un galvanómetro	
Dos elementos de Grenet	
Seis id. de Bunsen	
Un aparato de Norremberg	04.02.207
Un par de teléfonos	04.02.303.1 y .2
Un modelo de Vernier circular	
Un espectróscopo	
Un calorímetro de Favre y Silbermann	04.01.196
Un microscopio simple de Fortschritt	
Un aparato de física recreativa: aplicación del magnetismo	

Memoria curso 1879-1880

Aparato para demostrar que la transmisión del choque no es instantánea	
Péndulo de reacción en la salida de los líquidos	
Campana de cristal de diez litros de capacidad	
Diez lágrimas batávicas	
Dos vidrios de colores complementarios	
Estetoscopio de Koenig, con un tubo	08.02.429.1
Kaleidóscopo con tubitos de líquidos colorantes	04.06.215
Aparato para las corrientes continuas y discontinuas	
Modelo de telégrafo con dos estaciones	04.03.117.1-.3
Cuatro tubos de Geissler	04.02.100.1-.4
Un soporte para estos tubos	
Galvanómetro para hacer ver el trabajo de las pilas	
Elemento Leclanché, gran modelo	
Elemento Leclanché con carbón aglomerado	
Un micrófono	
Cuba hidroneumática de zinc, barnizada	
Lámpara de alcohol con tubulura	
Alambique de cobre estañado	04.05.318.1
Pinza articulada para el soporte de anillos	
Cuatro embudos de cristal para filtrar mercurio	
Unas pinzas de madera para matraces grandes	
Otras pinzas de madera para matraces pequeños	
Unas pinzas de hierro rectas, para carbón	
Otras pinzas de hierro para crisoles	

Memoria curso 1880-1881

Eudiómetro o pistolete de vidrio	04.02.099
----------------------------------	-----------

Memoria curso 1881-1882

Un fuelle órgano de 0,56 m de longitud y 0,35 m de latitud	
Una embocadura de tubo de labio móvil	
Una embocadura Universal	
Un tubo de vidrio con pistón	
Dos tubos de madera cúbicos cerrados	04.02.262
Un tubo con una cara de vidrio y membrana	
Un tubo con válvula en el nodo de vibración	
Cuatro tubos abiertos que dan el acorde perfecto	04.02.260.1-.4
Cuatro tubos cerrados que dan el acorde perfecto	04.02.263.1.4
Una lengüeta libre en un porta-viento con cristal y dos cornetines de armonía	
Una lengüeta batiente montada de igual modo	

Una membrana circular de papel de 0,30 m de diámetro	
Una membrana cuadrada de id. id. id.	
Una membrana pequeña, circular, de papel vegetal	
Una membrana pequeña, cuadrada, de id. id.	
Una membrana pequeña, triangular, de id. id.	
Una onda musical de Cagniard de Latour	
Un aparato de Trevelyan	08.02.460
Un soplete de vidrio	
Una batería con tres pares de Grenet	
Un teléfono de hilo	04.06.268
Un tubo acústico con espiral de hilo de hierro galvanizado y forrado en caouchout	
Un praxinoscopio	04.06.235

Memoria curso 1882-1883

“Una máquina mneumática [sic] Donativo de la Dirección general de Instrucción pública” [Bianchi]	04.04.291
Aparato de proyección para los efectos de poliorama, con tres lentes acromáticos iluminantes o condensadores de luz de once centímetros de diámetro: tres objetivos acromáticos en armadura de latón con cremalleras y diafragmas para la producción de los cuadros disolventes; tres lámparas con tubos de latón para evitar se inflame el petróleo, y cuatro metros de mecha para dichas lámparas.	08.09.447
Un cromotopo	
Ocho vistas fotográficas en negro, a 1,50 ptas cada una	
Una vista fotográfica con una estatua sobre fondo negro	
Dos vistas con colores apareados para la disolución	
Dos vistas mecanizadas o de movimiento	

Memoria curso 1883-1884

Una colección de pesas del sistema métrico decimal, compuesta de las piezas siguientes: 1 pesa de 10 Kilógramos, 1 de 5, 2 de 2, 1 de 1, 1 de 1/2	
--	--

Memoria curso 1884-1885

Lámpara eléctrica sistema SUAN [Swan]	
---------------------------------------	--

Memoria curso 1885-1886

Una mesa, cuyo tablero y banquillos se plegan	
Un gasógeno	04.09.319

Memoria curso 1886-1887

Un cronómetro solar de Fleche	
-------------------------------	--

Memoria curso 1890-1891

Un diapasón cromático, o tubo acústico, que da los tonos y semitonos de una gama	
--	--

Memoria curso 1891-1892

Dos estaciones Microtelefónicas, completas, con timbre y demás accesorios	
Un receptor y manipulador Morse	04.03.120

Memoria curso 1893-1894

Estuche de García de la Cruz (gran modelo), con los aparatos, sustancias y utensilios necesarios para experimentos con líquidos turbios	
Armario del mismo autor, con paredes de cristal y de aluminio, para experimentos con aire nebuloso.	
Una caja con dos elementos Leclanché (nuevo modelo)	
Un tablerito con bornes para experimentos con aparatos eléctricos	
Un electro-aviso de incendios	04.03.127
Cinco lámparas de incandescencia	
Un timbre eléctrico de mesa	

Memoria curso 1896-1897

Un barómetro registrador de Richard con todos sus accesorios	04.01.165
--	-----------

Memoria curso 1897-1898

Un carrete pequeño de Ruhmkorff	04.04.111
Dos elementos Daniell	
Seis id. de bicromato sódico (gran modelo)	
Cuatro id. Leclanché	
Cuatro id. Grenet	
Una lamparilla de alcohol	

Memoria curso 1898-1899

Un gramófono [Fonógrafo] Columbia número 2, con los siguientes accesorios:	04.03.269
Un tubo acústico para dos personas	
Una bocina de cartón	04.02.255
Un diafragma para reproducir	
Una brocha de pelo de marta	
Seis cilindros impresionados	04.03.270.1 o 04.03.270.2
Seis id. en blanco	04.03.270.1 o 04.03.270.2
Un diafragma para imprimir	
Un tubo acústico para recitar	
Una bocina grande con trípode	
Una id. niquelada	

Memoria curso 1899-1900

Una máquina electro-estática de Bonelli, de dos discos de 0,50 m de diámetro y otros dos de recambio	
--	--

Memoria curso 1906-1907

Un galvanómetro	
Un voltámetro	
Una máquina dinamo-eléctrica	
Una lámpara de arco	04.03.126
Un alambique Salleron	
Un hipsómetro Poggiale	
Un higrómetro con esfera graduada	
Un termómetro grafo máximo y mínimo	
Una lente	

Memoria curso 1907-1908

Un aparato de rotación	
Otro aparato para demostrar el principio dinamo y magneto eléctrico	04.02.148.1 [Kohl]
Un taburete aislador	04.08.067 [Kohl]
Una escala de vacío	
Un conmutador Bertin	04.08.306

Memoria curso 1908-1909

Una gran bobina de inducción, con conmutador Walter	04.04.113
Un interruptor de mercurio con motor	
Un interruptor Wehnett	
Un soporte para ampolla Roentgen y ampolla	04.02.283 o 04.02.284
Una pantalla fluorescente	04.08.285
Un espintaroscopio	
Una mezcla de radium y sulfuro de cobre	

Memoria curso 1909-1910

Richard-estereoscopio	
Linterna roja para revelar	04.08.238
Prensa para diapositivas estereoscópicas	
Colección de 48 vistas estereoscópicas	
Una medida pied du Roi	
Deleuil areómetros	
Varios pesa leches y pesa sales	04.01.006.3
Un transformador para alta tensión	04.02.363 (Kohl)
Un excitador para alta tensión	
Una lámpara Tesla	04.09.366
Un tubo sin electrodos	
Una cámara fotográfica Goers	

Memoria curso 1910-1911

Tres areómetros universales de Deleuil	
Una balanza Trebuchet	

Memoria curso 1911-1912

Máquina de Tyndall para el gabinete de física	
Un hornillo para gas id. id	
Dos tornillos botellas Leyden en tablero de madera	
Máquina de sumar de Aidy	

Memoria curso 1913-1914

Machine électrique a influence du Systeme Töpler	04.04.069 (Leybold)
--	---------------------

Memoria curso 1914-1915

Un gramófono y placas para el mismo	04.03.399 y 04.03.250
Una cámara fotográfica	
Un chasis veráscopo inoxidable	

ANEXO 11. TIPOS DE ILUSTRACIONES EN LOS MANUALES ANALIZADOS

LIBES (1821)

R: 0, F: 24, E: 26, EM: 37, S: 67

BEUDANT (1841)

R: 0, F: 60, E: 93, EM: 42, S: 111

GANOT (1854)

Instrumento	Tipo
Vernier	E
Tornillo micrométrico	
Máquina de dividir	R
Lluvia de mercurio	R
Plomada	R
Equilibrista	R
Cono	R
Balanza	R
Tubo de Newton	R
Plano inclinado	S
Máquina de Atwood	R
Máquina de Morin	R
Péndulo	S
Aparato de 4 Péndulos	R
Aparato (montaje) de Savart	R
Balanza de torsión (Coulomb)	
Piezómetro de Oersted-Despretz	R
Aparato de Pascal	R
Aparato para verificar el empuje	
Aparato de Haldat	R
Molinete hidráulico	R
Vasos comunicantes	R
Vasos comunicantes para líquidos heterogéneos	R
Prensa hidráulica	R
Nivel de agua	F
Nivel de burbuja	E/R
Balanza hidrostática	R
Ludió	R
Areómetro de Nicholson	R
Areómetro de Fahrenheit	R
Areómetro de Baumé	R

Alcohómetro centesimal de Gay-Lussac	
Densímetro de Gay-Lussac	
Densímetro de Rousseau	R
Aparato para demostrar el teorema de Torricelli sobre la velocidad de salida	F
Flotador de Prony	R
Láminas de Hauksbee	E
Endosómetro de Dutrochet	
Rompe vejigas	R
Hemisferios de Magdeburgo	F
Experiencia de Torricelli	F
Barómetro de cubeta	R
Barómetro de Fortin	R, F
Barómetro de sifón de Gay-Lussac	R, E
Barómetro de cuadrante	R, F
Tubo de Mariotte	R
Procedimiento para verificar la ley de Mariotte para presiones inferiores a la atmosférica	F
Manómetro de aire libre	F
Manómetro de aire comprimido	F
Manómetro metálico de Bourdon	R
Barómetro de Bourdon	R
Aparato de Berthollet para la mezcla de gases	R
Baroscopio	R
Ilustración de ascensión de un globo	F, F
Ilustración de paracaídas	F
Máquina neumática de dos cuerpos	R, E, F, E, E
Fuente en el vacío	R
Efecto del vacío en la palma de la mano	R
Máquina de compresión	E
Bomba de compresión	E, R

Fuente de Herón	R
Fuente intermitente	R
Sifón	F
Sifón de salida constante	E, R
Sifón intermitente (vaso de Tántalo)	R
Bomba aspirante	R
Bomba aspirante-impelente	R
Bomba impelente	
Frasco de Mariotte	F
Timbre (no propagación del sonido en el vacío)	F
Esfera de vidrio con campanilla	
Resonador de Savart	R
Bocina	R
Trompeilla acústica	
Sonómetro	R
Rueda dentada de Savart	R
Sirena de Cagniard-Latour	R, F, E
Fuelle acústico	R
Diapasón en caja de resonancia	R
Aparato de varillas vibrantes de Marloye	R
Placas vibrantes de Chladni	R
Timbre sonoro y membrana	R
Tubos sonoros de bisel	E, E
Tubo sonoro de lengüeta	R, F
Pirómetro de cuadrante	R
Anillo de S'Gravesande	R
Aparato para verificar la dilatación de líquidos y gases	
Aparato para determinar el cero en el termómetro.	R
Aparato de Regnault para la determinación del punto 100 de la escala	R, F
Termómetro centígrado	R
Termómetro diferencial de Leslie	R

Termoscopio de Rumford	R
Termómetro metálico de Bréguet	R
Termómetro de máxima y mínima de Rutherford	R
Termómetro de máxima de Walferdin	R
Pirómetro de Wedgwood	R
Espejos ustorios	R
Procedimiento para comparar el poder reflector de diversos materiales	R
Aparato de Ingenhousz	R
Aparato de Despretz	R
Procedimiento para estudiar la conductividad de los líquidos	R
Procedimiento para estudiar las corrientes de convección	R
Procedimiento para medir el coeficiente de dilatación lineal	F, E
Péndulo compensador	R
Láminas compensadoras	E, E, E
Aparato de Dulong y Petit	R
Termómetro de peso (Dulong y Petit)	F
Aparato de Gay-Lussac (coeficiente de dilatación de los gases)	F
Aparato de Regnault (coeficiente de dilatación de los gases)	F
Aparato de Regnault (aparato auxiliar)	F
Procedimiento para comprobar la fuerza elástica de los vapores	F
Aparato para mostrar la formación de vapores en el vacío (escala de vacío)	F
Aparato de Dalton para determinar la tensión del vapor entre 0 °C y 100 °C	R
Aparato de Regnault (tensión de vapor por encima de 100 °C)	R
Procedimiento para	R

estudiar la tensión resultante en vasos comunicantes a distinta temperatura	
Aparato de Gay-Lussac para medir la tensión de una mezcla de vapores y gases	R/F
Procedimiento para mostrar la ebullición del agua	R
Hervidor de Franklin	R
Marmita de Papin	R
Alambique	R
Tubos de seguridad	3R
Procedimiento de Gay-Lussac para determinar la densidad de un vapor	R
Procedimiento de Dumas para determinar la densidad de un vapor	R
Higrómetro de cabello de Saussure	R
Higrómetro de Daniell	R
Higrómetro de Regnault	R
Ilustración de caldera de máquina de vapor	E
Modelo de máquina de vapor de Watt de doble efecto	F
Ilustración de distribuidor de vapor	E
Modelo de máquina de vapor de Watt de simple efecto	F
Eolipila	R
Ilustración de locomotora de vapor	F
Calorímetro de Lavoisier-Laplace	R-E
Procedimiento para medir el calor de vaporización	F
Eslabón neumático	R
Eslabón de esponja de platino	R
Procedimiento para mostrar el enfriamiento por evaporación	R
Fotómetro de Rumford	R
Fotómetro de Wheatstone	R, S
Aparato para estudiar las leyes de la reflexión	RM
Esquemas de la formación de imágenes	S, S

en espejos planos	
Esquemas mostrando la reflexión en espejos cóncavos	S, S, S, S
Esquemas mostrando la reflexión en espejos convexos	S, S
Aparato para mostrar las leyes de la refracción	RM
Ilustración de prisma	F
Prisma de líquidos de Biot (método de Newton)	R
Prisma de gases de Biot y Arago (método de Newton)	FM
Ilustración de secciones de lentes	E/F
Microscopio simple (Raspail)	R
Esquema de la óptica de un microscopio compuesto	S
Esquema de la óptica del micrómetro	S
Microscopio de Amici	R
Esquema de la óptica del microscopio de Amici	FM
Anteojo astronómico	R
Esquema de la óptica del anteojo terrestre	S
Esquema de la óptica del anteojo de Galileo	S
Telescopio de Gregory	R
Esquema de la óptica del telescopio de Newton	S
Esquema de la óptica del telescopio de Herschell	S
Cámara oscura de corredera	RM
Cámara oscura de prisma	R
Esquema de la óptica de la cámara lúcida de Wollaston	S
Esquema de la óptica de la cámara lúcida de Amici	S
Daguerrotipo (cámara)	R
Linterna mágica	R
Microscopio solar	R
Microscopio fotoeléctrico	R

Megáscopo (proyector de objetos opacos)	E
Lente de escalones (de Fresnel)	R
Estereóscopo	
Disco de Newton	
Thaumatropeo [sic., Ganot (1868)]	
Phenakistikopo [sic., Ganot (1868)]	
Rueda de Faraday [sic., Ganot (1868)]	
Kaleidofono [sic., Ganot (1868)]	
Lentes periscópicas (cóncavo-convexas)	
Anteojos polariscopos [sic., Ganot (1868)]	
Romboedro de espato de Islandia	S
Pila de cristales [vidrios]	
Vidrio negro (polariscopio o analizador)	
Lámina de turmalina	
Prisma birrefringente	E
Prisma de Nicol (corte)	E
Aparato (polariscopio) de Noremberg	R, R
Polarímetro de Biot	R
Sacarímetro de Soleil	R, E, E, E, E
Anillos de Newton	E, S
Resaltos [redes de difracción]	
Barra imantada con limaduras de hierro	E
Acción de las agujas y barras imantadas	R
Imán y cilindros de hierro para imantación por influencia	R
Acción de la tierra sobre los imanes (Aguja imantada)	R
Brújula de declinación	R, E
Brújula marina	R, E
Brújula de inclinación	R
Agujas astáticas	R
Haz magnético en herradura	R
Haz magnético lineal	R
Piedra imán armada	R

Imanes artificiales armados	R
Balanza de torsión magnética (de Coulomb)	R
Péndulo eléctrico	R
Tubo de cobre con mango de vidrio	R
Balanza de torsión eléctrica (de Coulomb)	R
Esfera hueca y plano de prueba	R
Esfera y hemisferios huecos	R
Elipsoide prolongado conductor	R
Cilindro y esfera conductores	R
Electroscopio de panes de oro (de Bennet)	R
Electróforo	R, R
Máquina eléctrica de Ramsden	R, R
Electrómetro de cuadrante (de Henley)	R, R
Máquina eléctrica de Nairne	R
Máquina hidroeléctrica de Armstrong	R
Banquillo aislador	
Campanario eléctrico	R
Granizo eléctrico	R
Molinete eléctrico	R
Viento eléctrico ("Insuflación")	R, R
Condensador de Aepinus	R, R
Excitador de mangos de vidrio	R
Excitador simple	R
Cuadro fulminante	R
Botella de Leiden	R, R
Botella de Leiden con timbre (descargas sucesivas)	R
Botella de Leiden de armaduras móviles	R
Jarra eléctrica, Batería de Jarras	R, R
Excitador universal	R
Electrómetro condensador de Volta	R, R
Huevo eléctrico	R
Tubo centelleante	R
Cuadro centelleante	R

Botella centelleante	R
Frasco para inflamar éter por medio de la chispa	R
Retratos eléctricos [Portarretratos de Franklin]	
Taladravidrios	R
Taladracartas	R
Termómetro de Kinnersley	R
Pistolete de Volta	E, R
Pinzas para la experiencia de Galvani	R
Pila de Volta	R
Pila de artesa	R
Pila de Wollaston	R
Pila de Munk [Münch]	R
Pila seca de Zamboni	
Electrómetro de Bohnenberger	
Carrusel eléctrico (En Ganot (1868): "Juegos de sortija")	R
Pila de Daniell	R
Pila de Grove	R, R
Pila de Bunsen	R, R
Ilustración del arco voltaico	R
Regulador de arco de Deleuil	R, E
Voltámetro	R
Aparato para descomponer las sales	R
Cuba de galvanoplastia	R
Aparato de Oersted	R
Galvanómetro/Multiplicador de Schweigger	R, R, R
Acción de los imanes sobre las corrientes	R
Acción directriz de la Tierra sobre las corrientes	R
Acciones mutuas de las corrientes paralelas	R, S
Acciones mutuas de las corrientes sinuosas	EM
Acción de una corriente indefinida sobre otra rectangular o circular	EM, EM
Rotación de una corriente vertical por otra circular horizontal	S, R
Solenoide	EM, EM

Solenoides para la imantación del acero por las corrientes	EM
Electroimán suspendido	R
Telégrafo de cuadrante (de Froment)	R, E, R
Telégrafo de señales (de Bréguet)	R
Telégrafo de Morse	R
Motor electromagnético de Froment	R
Bobinas de inducción (Transformador de Faraday)	R
Aparato de inducción de Matteucci	R
Disco de Arago	
Máquina de Page	
Bobina de autoinducción	
Aparato de Clarke	R
Carrete de Ruhmkorff (y huevo eléctrico)	R, R
Huevo eléctrico	R

RUBIO Y DÍAZ (1886)

Instrumento	Tipo
Vernier	F
Nonius o vernier circular	F
Plomada	R
Planchas con centro de gravedad señalado	F
Sólidos geométricos con centro de gravedad marcado	F
Figuras de revolución con centro de gravedad marcado	F
Determinación experimental del c.d.g.	F
Figura de equilibrista	R
Aparato para mostrar el equilibrio estable e inestable	R
Polea fija	F
Polea móvil	EM
Polipasto	R
Polipasto	R
Polipasto	R
Torno	R

Rueda de canteras	R
Cabrestante	R
Cábría	R
Grúa	R
Cuña	EM
Tornillo	R
Tornillo micrométrico	
Engranaje cónico	R
Tornillo sin fin	R
Balanza común	R
Balanza de precisión	R
Balanza de Roberval	R
Romana	R
Balanza de Quintenz (báscula)	F
Tubo de Newton	R
Máquina de Atwood	R
Máquina de Atwood (detalle)	R
Máquina de Morin	R
Péndulo	R, S
Aparato [fuerzas centrales, varilla y esferas] para demostrar la f centrífuga	R
Ferrocarril aéreo	R
Aplastamiento de la tierra	R
Catetómetro	R
Dinamómetro de flexión	R
Laminador	R
Hilera	
Piezómetro	R
Piezómetro (manómetro)	R
Presión en todas direcciones (Principio de Pascal)	F, F
Prensa hidráulica	F
Presión de abajo-arriba	F
Aparato de Pascal (independencia de la forma del vaso)	R
Aparato de Haldat	R
Aparato para observar la superficie de un líquido en rotación	R, EM
Frasco de los cuatro elementos	R
Molinete hidráulico	R
Balanza hidrostática	R

(Pr. Arquímedes)	
Probetas con cuerpos sumergidos	R
Ludión	R
Balanza hidrostática (densidad)	R
Areómetro de Nicholson	R
Areómetro de Fahrenheit	R
Frasco para la densidad de los líquidos	R
Frasco para la densidad de los sólidos	R
Areómetros (densímetros)	R
Pesa-sales Baumé	F
Pesa-licores	F
Alcohómetro centesimal (Gay-Lussac)	F
Densímetro	F
Volúmetro	F
Vasos comunicantes	R
Nivel de agua	R
Nivelación	R
Nivel de aire	R
Vasos comunicantes: líquidos diferente densidad	R
Teorema de Torricelli [Aparato de Charles]	R
Flotador de Prony	
Vasos con líquido que moja y que no moja	R
Tubos de vidrio con líquido que moja y que no moja	F
Vasos comunicantes capilares	R
Agujas flotando en el agua	R
Endosmómetro de Dutrochet	R
Dializador	R
Vejiga con gas (fuerza expansiva de los gases)	R
Esfera para pesar gases	R
Vaso con agua y papel (presión atmosférica)	R
Tubo barométrico y cubeta (Exp. Torricelli)	R
Barómetro normal (Regnault)	R
Barómetro de cubeta	R

Barómetro de Fortin (cubeta)	R
Barómetro de Fortin	R
Barómetro de sifón	R
Barómetro de cuadrante	R
Barómetro de Fahrenheit	R
Barómetro de Bourdon	R
Barómetro de Vidi	R
Eslabón neumático	R
Tubo de Mariotte	R
Tubo barométrico y cubeta (Ley de Mariotte)	R
Manómetro de aire libre	R
Manómetro de aire comprimido	R
Manómetro de ramas múltiples	R
Manómetro de Bourdon	R
Aparato para la mezcla de los gases	R
Principio de las bombas (émbolos)	R
Bomba aspirante	R
Bomba aspirante	R
Bomba impelente	R
Bomba de incendios	R
Bomba aspirante impelente	R
Pipeta (de laboratorio)	R
Embudo mágico	R
Botella inagotable	
Fuente intermitente	R
Sifón	E, F
Sifón para líquidos corrosivos	R
Máquina neumática de un cuerpo de bomba	F
Máquina neumática de doble efecto	R, E, R, E
Doble barómetro	R
Máquina de Bianchi	R
Máquina neumática de Alvergnyat	R
Rompe-vejigas	R
Hemisferios de Magdeburgo	R
Fuente en el vacío	R
Máquina de compresión	R
Bomba de compresión	R

Bombas combinadas	R
Baroscopio	R
Globos aerostáticos	R
Vibración de una lámina	R
Aparato de Trevelyan	R
Experiencia de Tyndall (pala de hierro)	R
No propagación del sonido en vacío (timbre)	R
Estetoscopio	R, R
Bocina	R
Trompetilla acústica	R
Rueda dentada de Savart	R
Sirena de Cagniard-Latour	R
Vibrómetro	R
Fonoautógrafo de Scott	
Tonómetro de Scheibler	
Diapasón (hierro de tono)	EM
Sonómetro	R
Placas vibrantes (Chladni)	R
Fuelle acústico	R
Tubos sonoros de embocadura	R
Tubos sonoros de lengüeta	R
Tubos sonoros de dimensiones homólogas	R
Experiencia de Lissajous: Diapasón con espejo, espejo, lente y pantalla	R, S, S
Resonador de Helmholtz	R
Aparato de Koenig	R
Fonógrafo de Edison	R
Pantallas para comprobar la prop. Rectilínea de la luz	R
Esfera opaca (formación de sombra)	R
Esfera opaca (formación de sombra y penumbra)	R
Fotómetro de Bouguer	R
Fotómetro de Rumford	R
Fotómetro de Foucault	
Fotómetro de Bunsen	

Fotómetro de Wheatstone	
Aparato [de Silberman]	F, S, S, R, S
Foco de un espejo esférico cóncavo	S
Focos conjugados	S
Foco virtual	S
Imagen real	S
Imagen real	S
Lámina pulida para observar la cáustica	F
Visión de la imagen virtual	EM
Imagen de los espejos esféricos convexos	S
Visión de la imagen en los espejos convexos	EM
Espejos de anamorfosis	R
Refracción de la luz	R
[Aparato de Silberman]	R, S
Prisma óptico	F, 2S
Espato de Islandia	R
Doble refracción en el espato de Islandia	R
Proyección de la doble refracción: foco luminoso, lente, soporte con cristal, pantalla	R
Lentes convergentes y divergentes en corte	E, 11S, 2R
Focómetro de Silberman	R
Lente de Fresnel	R
	EM
Prismas para recomponer la luz	R
Recomposición con espejo cóncavo y prisma	R
Recomposición con Lente convergente y prisma	R
Recomposición con Ap. De siete espejos y prisma	R
Disco de Newton	R
[Lente de agua]: combustión por los rayos oscuros	R
Espectroscopio de Kirchhoff y Bunsen	R
Espectroscopio de visión directa	R

Lámina I: espectros de diversos focos luminosos	
Estereoscopio	R
Estereoscopio (marcha de rayos)	S
Fenakisticopio de Plateau	R
Lente de aumento	EM
Microscopio simple	R
Microscopio compuesto	EM
Microscopio compuesto de Nacet	
Microscopio binocular o estereoscópico (Nacet)	
Microscopio múltiple	
Microscopio químico	
Microscopio pancreático	
Microscopio con objetivo de inmersión	
Anteojo astronómico	EM
Anteojo astronómico	R
Anteojo terrestre	EM
Anteojo de Galileo	EM
Telescopio de Gregory	EM
Telescopio de Herschel	EM
Telescopio de Newton	EM
Telescopio de Foucault	R
Cámara oscura	R
Daguerrotipo	
Cámara fotográfica	
Cámara oscura de campaña (prisma)	R
Objetivo de la cámara oscura de prisma	EM
Cámara lúcida (objetivo)	R
Cámara lúcida	EM
Linterna mágica	EM
Fantoscopio	R
Microscopio solar	R
Microscopio solar (corte)	E
Microscopio fotoeléctrico	R
[Anillos de Newton]	E
Turmalina	
Espato de Islandia	
Prisma de Nicol	

Vidrio negro	
Polariscopio de Malus perfeccionado por Biot	R
Pila de cristales (vidrios)	
Aparato de Norremberg	R
Sacarímetro de Soleil	
Pinzas de turmalina	R
Mordaza para comprimir una lámina de vidrio (polariz. Por presión)	R
Tubos con materias fosforescentes	F
Fosforoscopio	R
Anillo de S' Gravesande	R
Termómetros	R
Introducción del mercurio	R
Determinación del cero	R
Determinación del 100. Ap. Gay-Lussac, Regnault.	R
Termómetros con escalas Centígrada, Reaumur y Fahrenheit	R
Termómetro de peso	F
Termómetro de máxima	R
Termómetro de mínima (Rutherford)	R
Termómetro de máxima Walferdin	R
Termómetro de Breguet	R
Termómetro metálico	R
Termómetro diferencial de Leslie	R
Termómetro diferencial de Rumford	R
Pirómetro de Brongniart	R
Pirómetro de Wedgwood	
Ap. de Lavoisier y Laplace: coef. Dilatación lineal	E
Ap. de Lavoisier y Laplace: coef. Dilatación lineal	R
Péndulo compensador de Leroy	F
Péndulo compensador de Graham	R
Ap. Dulong y Petit: coef. Absoluto del	R

mercurio	
Aparato de Hobes [Hope]: máximun dens. del agua	R
Dilatación del hierro y del platino: Dulong y Petit	E
Ap. Gay-Lussac, Coef. Dilat. Gases	R
Ap. de Regnault: densidad de un gas	R
Bombas llenas de agua con tapón: fuerza de dilatación del hielo	R
Ap. [de Gay-Lussac]: tensión de vapor	R
Barómetro de cubeta profunda (fuerza elástica del vapor)	R
Ap. Faraday para licuar gases	R
Aparato de Thirolier	R
Crióforo de Wollaston	R
Congelación del mercurio	R
Exp. de Leslie: congelación del agua	R
Aparato de Carré	R
Tensión del vapor de un líquido al hervir	R
Experiencia de Franklin	R
Experiencia (martillo) de Donny	R
Hipsómetro de Regnault	R
Alambique	R
Marmita de Papin	R
Aparato de Boutigny	R
Esfera de platino incandescente en agua (est. Esferoidal)	F
Explosión producida por el enfriamiento (est. Esferoidal)	R
Ap.de Dalton: tensión del vap.($0 < t^{\circ} < 100^{\circ}C$)	R
Ap.de Regnault: tens. del vap.($t^{\circ} > 100^{\circ}C$)	R
Densidad de un vapor (aparato de Dumas)	R
Higrómetro (figura de monje)	R
Higrómetro de cabello (Saussure)	R
Higrómetro de Monnier	R
Higrómetro de Leroy	E

Higrómetro de Daniell	R
Higrómetro de Regnault	R
Psicrómetro	R
Disco de cera en soporte (calor específico)	R
Ap. de José Alcolea para el mismo fin que el ant.	R
Calorímetro de Regnault: calor específico	R
Calorímetro de Lavoisier y Laplace	R
Pozo de hielo	R
Calorímetro de Despretz	R
Calorímetro de Dulong	R
Calorímetro para calor animal	R
Experiencia de Rmford (radiación del calor en el vacío)	R
Cadena termoeléctrica	R
Termomultiplicador del aparato de Melloni	R
Ley del cuadrado de la distancia (Ap. Melloni)	R
Medida del poder emisor (Ap. Melloni)	R
Medida del poder absorbente (Ap. Melloni)	R
Medida del poder reflector (Ap. Melloni)	R
Medida del poder diatérmico (Ap. Melloni)	R
Medida del poder difusivo (Ap. Melloni)	R
Radiómetro de Crookes	R
Barra metálica, mechero y esferas de marfil adheridas con cera	R
Aparato de Ingenhousz	R
Aparato de Alcolea para el mismo fin	
Lámpara de Davy	R
Depósito de hielo	R
Marmita automática	R
Aparato de Tyndall: transformación del trabajo en calor	R
Equivalente mecánico	R

del calor. Ap. De Joule	
Pirheliómetro de Pouillet	R
Eolipila de retroceso	R
Caldera (máquina de vapor)	R
Máquina de Newcomen	
Máquina de doble efecto de Watt	R
Distribuidor con válvula de espejo	R
Transmisión del mov de la excéntrica	R
Máquina de doble efecto	R
Locomotora de Stephenson	F
Máquina [motor] de aire caliente de Laubereau	R
Motor Lenoir	
Motor Otto	
Máquina de vapor Compound de Corliss	
Tres páginas dedicadas a sistemas de calefacción y ventilación	
Imanes y limaduras de hierro	R
Aguja imantada	R
Imantación por influencia (imán y piezas de hierro)	R
Aguja de declinación	R
Brújula, aguja de marear	R
Aguja de inclinación	R
Imantación (Duhamel)	R
Imantación (Aepinus)	R
Imán (haz magnético) recto	R
Imán (haz magnético) en herradura con carga	R
Balanza magnética de Coulomb	R
Péndulo eléctrico	R
Discos de vidrio con mango (electróforos)	R
Aparato de turmalina de Haüy	R
Balanza eléctrica de Coulomb	R
Hemisferios y esfera [de Cavendish o Biot]	

Esfera hueca y plano de prueba	R
Cilindro de tela metálica	R
Esfera metálica cargada	R
Esfera metálica cargada	R
Cilindro terminado en hemisferios cargado	R
Esfera y cilindros conductores electrizados por influencia	R
Atracción eléctrica (péndulo y conductor)	EM
Electróscopo de panes de oro	R
Máquina eléctrica de Guericke	
Electróforo	R
Máquina de Ramsden	R
Máquina de Nairne	R
Máquina de Armstrong	R
Máquina de Holtz	R
Máquina de Carré	R
Máquina de Bertsh	
Máquina de Piche	
Máquina de Toepler	
Condensador eléctrico	R
Excitador simple [charnela]	R
Condensador de Aepinus	
Medida del poder inductor (Ap. Faraday)	R
Polarización de los dieléctricos	R
Botella de Leyden	R
Batería de jarras eléctricas	R
Excitador de mangos de vidrio	R
Excitador universal	R
Botella de armaduras móviles de Franklin	R
Botella electrométrica de Lane	R
Electróscopo condensador de Volta	R
Huevo eléctrico	R
Tubo centelleante	R
Cuadro centelleante	R
Copa para inflamar el éter	
Retrato de Franklin	

Mortero eléctrico	R
Campanario eléctrico	R
Taladracartas/taladravidos	R
Molinete eléctrico	R
Granizo eléctrico	
Danza eléctrica	
Pez volador de Franklin	
Pistolete de Volta	
Eudiómetro	
Pinzas para la experiencia de Galvani	R
Pila de Volta	R
Elemento reomotor	R
Pila de Volta de corona	R
Pila de artesa de Cruickshank	R
Pila de Wollaston	R
Pila de Muncke	R
Pila de hélice	R
Pila de Bunsen	R
Pila de Daniell	R
Pila de Marie Davy	R
Pila de bicromato de potasa	R
Pila de Leclanché	
Pila acumulatriz de Planté	
Pila acumulatriz de Faure	
Experiencia de Oersted	R
Multiplicador de Schweiger	R
Aguja astática de Nobili	EM
Galvanómetro de Nobili	R
Aguja de senos	R
Aguja de tangentes	
Aparato para el exp. De Seebeck	R
Pila termoeléctrica de Pouillet	F
Par termoeléctrico de Becquerel	R
Pila de Clamond	
Polidíscopo	
Pinza termoeléctrica	E
Repulsión de las partes de un mismo circuito (Mesa de Ampère mod por Pouillet)	R

Acciones mutuas de las corrientes paralelas (Mesa de Ampère mod por Pouillet)	R, 2S
Rotación de una corriente finita por la acción de otra circular (mesa Ampère mod Pouillet)	R, S
Orientación de una corriente: Mesa Ampère-Pouillet	R
Corrientes sinuosas (Ampère-Pouillet)	E
Acción de un imán sobre una corriente (Ampère-Pouillet)	F
Solenoides	E
Acción de un imán sobre un solenoide (Ampère-Pouillet)	R
Experiencia de Ampère [o Faraday] (rotación de un imán)	R
Electroimán lastrado	R
Aparato para el diamagnetismo	R
Voltámetro	R
Inducción por apertura y cierre de corrientes	R
Inducción por variación de intensidad	R
Inducción por variación de distancia [bobinas de Faraday]	R
Disco de Arago (magnetismo de rotación)	R
Bobina de Ruhmkorff	R
Máquina de Pixii	
Máquina de Clarke	R
Máquina de la Alianza de Nollet	R
Máquina de Gramme	R
Máquina de Siemens	R
Máquina de Wilde	
Máquina de Ladd	R
Máquina de Gramme tipo A	R
Máquina de Brush	R
Reostato de Wheatstone	R
Aparato electromedicinal de Ruhmkorff	R
Lámpara de arco para	R

trabajos nocturnos	
Lámina II (errata, III): luz eléctrica en gases rarificados: Tubos de Geissler y huevo eléctrico	
Tubo de Geissler :espectros de emisión	R
Planetario eléctrico	R
Electromotor de Froment	R
Bomba eléctrica	R
Aparato para electrotipia	R
Aparato para el dorado y plateado	R
Cable telegráfico	R
Telégrafo de cuadrante (breguet)	R
Telégrafo Morse	R
Pantelégrafo Caselli	R, S, R, R, R
Telégrafo de Hughes	
Telégrafo de Wheatstone	
Telégrafo de Meyer y Baudot	
Telégrafo de Edison	
Lámpara de arco con regulador Serrin	R
Lámpara de incandescencia Reynier, modelo Ducretet	R
Bujía Jablochhoff	F
Lámpara Ladiguine	F
Lámpara Edison	
Lámparas Swan, Maxim y Lane-Fox	
Teléfono Bell	R
Micrófono de Gaiffe	R
Fotófono de Bell	
Pluviómetro	R
Electrósopo para estudiar la electricidad atmosférica	R
Pararrayos	R
Tubos de Geissler	R

LOZANO (1911)

Instrumento	Tipo
	S
Nonius recto	E
Uso del Nonius	E
Esferómetro	R
Catetómetro	R
Lluvia de mercurio	R
Piezómetro de Oersted	R
Piezómetro de Regnault	R
Tubo de Mariotte	R
	E
Aparato para el estudio de la elasticidad por tracción	R
	S
Aparato para el estudio de la elasticidad por torsión en hilos	R
Aparato para el estudio de la elasticidad por torsión en barras	R
Hilera	R
Laminador	R
	EM
Dinamómetro	R
Balanza de resorte	
Dinamómetro de Poncelet	R
	EM
	2S
Aparato de las fuerzas concurrentes	R
	7S
Aparato de las fuerzas paralelas	R
	S
	S, S
	S
Determinación del centro de gravedad	R
	S
	S
Péndola ordinaria	EM
Muñecos "tentemozos"	
Paradoja dinámica	R
Equilibrista	
	4S
Balanza de ensayo	R

Suspensión de los platillos	R
Balanza de Roberval	R
Romana	R
Sección de la Báscula	E
Báscula	R
Báscula romana	R
Polea fija	EM
Cuadro con poleas	R
Polea móvil	EM
Torno	R
Cabrestante	R
	EM
	EM
Plano inclinado	R
	EM
Carretón	R
	S
Tornillo y tuerca	R
Cuña	E
Acción de la cuña	EM
	EM
Cuchillo triangular	EM
	EM
Sistema de palancas	R
Sistemas de poleas	R
Engranaje	R
Engranaje perpendicular	R
Cuerda sin fin	R
Cric	E
Cabria	R
Grúa	R
Torno diferencial	R
Tornillo sin fin	R
	S
Tribómetro de Coulomb	R
	E
Freno de los vagones	R
	EM
	S
Máquina de Atwood	R
Aparato de Morin	R
Máquina de Bourbouze	
	S
Caida en el vacío	R
Martillo de agua	R

	S
Aparato de la fuerza centrífuga (aplastamiento de meridianos)	R
Ley de las masas (ap. Centrífugo)	R
Caso de líquidos (ap. Centrífugo)	R
Ferrocarril aéreo	R
Giroscopio	R
	S
Aparato del movimiento parabólico	R
	S
Aparato para las leyes del péndulo	R
	S
Péndulo reversible	R
Péndulo de Repsold	R
	S
	S
Péndulo de Foucault	R
Ap. Para el estudio de la transmisión del movimiento	R
Choque central (transmisión del movimiento en varias bolas)	R
	S
Ap. Para el estudio de la reflexión de los cuerpos elásticos (ap. De choques)	R
	EM
Presión en todas direcciones (ap. Princ Pascal)	R
Principio de Pascal	E
	E
Aparato para el estudio de la presión de abajo-arriba	R
	E
Aparato de Haldat	R
Tubos comunicantes	R
Tubo de los cuatro elementos	R
Vasos comunicantes para líquidos turbios	R
Nivel de aire	R
Nivel de agua	R

Balanza hidrostática	R
Cilindro de Arquímedes	R
Ap. Para la demostración del principio de Arquímedes (flotabilidad)	R
Ludión	R
	EM
Picnómetro	R
Picnómetro	R
Gravímetro (areómetro de Nicholson)	R
Areómetro de Paquet	R
Areómetro de Fahrenheit	R
Pesasales	R
Areómetro Baumé	R
Balanza de Mohr	R
Vasos comunicantes para medir la densidad de un líquido	R
Probeta con orificio para est la salida de los líquidos	R
Molinete hidráulico	R
	R
	S
	E
Aparato de Charles	R
Flotador de Prony	R
	EM
	EM
Tubo cilíndrico de conducción (velocidad de salida)	E
Esferas para medir la velocidad de la corriente	R
Tubo de Pitot (velocidad de la corriente)	
Molinete de Woltman	R
Rueda hidráulica de Poncelet	R
Turbina de Fourneyron	R
Paletas de la turbina de Fourneyron	E
Globo para pesar el aire	R
Presión transmitida en los gases (Princ. Pascal en gases)	R
Baroscopio	R

Hemisferios de Magdeburgo	R
Rompevejigas	R
Montaje para el experimento de Torricelli	R
Barómetro de cubeta	R
Barómetro patrón	R
Cubeta de fondo movable (Fortin)	R
Interior de la cubeta (Fortin)	R
Barómetro de Fortin	R
Barómetro de Fortin transportable	R
Nonio del Barómetro de Fortin	R
Barómetro de Tonnelot	
Barómetro de Bunten	
Barómetro de glicerina	
Barómetro aneroide	R
Corte del barómetro aneroide	R
Barómetro de Bourdon	R
Barógrafo	R
Sección de un cuerpo de bomba de una máquina neumática	R
Máquina neumática	R
Sección vertical de la máquina	R
Máquina neumática de Salleron	R
Llave de Babinet	R
Máquina neumática de Bianchi	R
Corte del cuerpo de bomba	R
Máquina neumática de Deleuil	R
Máquina neumática de mercurio	R
Trompa de agua	R
Trompa de Sprengel	R
Bomba de inyección (compresión)	R
Manómetro de aire libre	R
Manómetro de aire comprimido	R
Manómetro metálico (Bourdon)	R
Montaje con válvulas y tubos de seguridad	R
Volumenómetro de	R

Regnault	
Globo aerostático	R
Bajel para navegación aérea	R
Fuelle compuesto	R
Soplete de laboratorio	R
Trompa hidráulica	R
Anemómetro de Robinson	R
Gasómetro	R
Gasómetro de laboratorio	R
Frasco de Mariotte	R
Contador de gas	R
Contador de gas	R
Vasos comunicantes capilares	R
Vasos comunicantes capilares	R
Planos de cohesión	R
Planos de cohesión para líquidos	R
Vaso de Plateau	R
Aparato para el estudio de cohesión y adherencia de líquidos	R
Experiencia de Plateau sobre la cohesión	R
Figuras de Plateau	R
Curvatura de los líquidos	EM
Vaso comunicante con tubo capilar	E
Menisco cóncavo	S
Menisco convexo	S
Menisco en láminas paralelas	E
Menisco en láminas paralelas	E
Menisco en láminas inclinadas (Láminas de Hauksbee)	R
Aparato de tubos capilares	R
Tubos capilares cónicos	EM
gotas en la salida de tubos estrechos	E
Esferas de corcho permeables e impermeables.	R
Atracción y repulsión.	
Endosmómetro de Dutrochet	R
Dializador	R

Bomba aspirante	R
Sección de la bomba aspirante	R
Sección de la bomba impelente	R
Bomba aspirante impelente	R
Bomba de incendios	R
Bomba centrífuga	E
Ariete hidráulico	R
Prensa hidráulica	R
Corte de un ascensor hidráulico	R
Pipeta (catavinos)	R
Pulverizador	R
Fuente intermitente	R
Fuente de Rave	R
Sifón	R, E
Vasos de Tántalo	R
Fuente en el vacío	R
Fuente de compresión	R
Molinete hidráulico	R
Fuente de Herón	R
Fuente de Herón	R
Frasco lavador	R
	9S
	R
Péndulo y campana	R
Ap. Transmisión del sonido en los gases/vacío	R
Diapasón en caja de resonancia	R
Espejos cóncavos	R
Sirena de Cagniard-Latour	R
Fuelle acústico	R
Sirena de Helmholtz	R
VibroscoPIO de Duhamel	R
Fonógrafo	R
Sección aguja fonógrafo	R
Fonógrafo perfeccionado	R
Esfígmógrafo	E
	S
Sonómetro	R
Modo de hacer vibrar el diapasón	R

	EM
Placas vibrantes (Chladni)	R
Placa de Chladni con líneas nodales	R
Placa de Chladni con líneas nodales	R
Timbre y resonador acústico (Savart)	R
Tubos sonoros de bisel y lengüeta	R
Lengüeta de tubo sonoro	R
Tubo sonoro con llamas manométricas	R
Espejo giratorio, bocina y cápsula manométrica	R
Rueda dentada de Savart	
Fonoautógrafo	
Armónica química	R
Tubos sonoros y espejo giratorio (interferencias)	R
	R
Aparato de Koenig (interferencias)	R
	S
	R
	E
	S
Probeta y diapasón (resonancia)	R
Resonador de Helmholtz	R
Analizador de Koenig	R
	E
	R
Bocina	
	R
Trompetilla acústica	
Estetoscopio de Koenig	R
Anillo de s'Gravesande	R
Aparato de Tommasi para mostrar la potencia de la dilatación	R
Termómetro ordinario	R
	R
Aparato para fijar el 0 del termómetro	R
Aparato para fijar el 100 del termómetro	R

Termómetro de aire	
Termómetro de máxima de Negretti	R
Termómetro de mínima de Rutherford	R
Termómetro diferencial de Leslie	R
Termoscopio de Rumford	
Pirómetro de Wedgwood	R
Pirómetro de Brongniart (cuadrante)	R
Termómetro inscriptor de Richard	R
Termómetro de Breguet	R
Termómetro de Lambrecht	
Termómetro de Walferdin	
Termómetro de Milne-Edwards	
Aparato de Lavoisier para medir la dilatación lineal	R
Aparato de Lavoisier para medir la dilatación lineal	E
Aparato de Ramsden para medir la dilatación lineal	R
Aparato de Dulong y Petit para medir la dilatación del mercurio	R
Termómetro de peso	R
Aparato de Hope (máxima densidad del agua)	R
Ap. Gay-Lussac dilatación de los gases	R
Ap. Regnault dilatación de los gases	R
Ap para hallar el coeficiente de dilatación (volumen constante)	R
Termómetro de aire	R
Torta de cera (diferencia de calor específico en sólidos)	R
Calorímetro	R
Baño para calentar los cuerpos	R
Calorímetro de Regnault (método de las mezclas)	R
Calorímetro de	

Bethelot	
Calorímetro de Lavoisier	R
Calorímetro (método del enfriamiento)	R
Calorímetro (calor específico de los líquidos)	R
Calorímetro de mercurio (Favre y Silbermann)	R
Calorímetro de Jamin	
Calorímetro de Bunsen	
Montaje para determinar el calor específico de los gases	R
Aparato de Joule (equivalente mecánico del calor)	R
Aparato de Puluje (equivalente mecánico del calor)	R
Aparato de Hirn (equivalente mecánico del calor)	R
	6S
Aparato para estudiar la fusión del hielo a grandes presiones	R
Heladora	R
Montaje para determinar el calor de vaporización	R
Calorímetro de Berthelot	R
Marmita de Papin	R
Hipsómetro	R
Alambique (Salleron)	R
Pulsómetro de Franklin	R
Montaje para la experiencia de Leslie (vaporización)	R
Aparato de Carré para la congelación en el vacío	R
Aparato de Carré para fabricar hielo	R
Aparato de Donny	R
Evaporación en atmósfera libre (Gernez)	R
Experiencias de Gernez	R
Montaje para observar el estado esferoidal (lámpara eolípila, Boutigny)	R

Montaje para observar el estado esferoidal (medida de la temperatura, Boutigny)	R
Montaje para observar el estado esferoidal (repulsión del líquido en estado esferoidal, Boutigny)	R
Montaje para observar la repulsión del líquido por un metal enrojecido	R
Experiencia explosión de calderas de vapor	R
Alambique ordinario	R
Aparato destilatorio	R
Baño María	
Aparato para la destilación del ácido sulfúrico	R
Aparato para mostrar la formación de vapores en el vacío	R
Barómetro de cubeta profunda (igualdad de fuerza elástica del vapor a distintos volúmenes)	R
Barómetro de cubeta profunda (detalle)	R
Aparato [de Gay-Lussac] para medir la tensión del vapor de agua a diferentes temp inferiores a 0° C	R
Cubeta-barómetro para medir la tensión del vapor entre 0 y 100 °C	R
Aparato de Regnault para medir la tensión del vapor entre 0 y 100 °C	R
Aparato de Regnault para medir la tensión del vapor a temp superior a 100 °C	R
Montaje para licuar gases	R
Frigorífico de Vincent para licuar gases por enfriamiento	R
Aparato de Thilorier para licuar gases por compresión	
Aparato para recoger la nieve de gas carbónico	R
Aparato de Cailletet (para licuar gases)	R

Tubos de Natterer	R
	S
Aparato de Gay-Lussac para medir la tensión de una mezcla de vapores y gases	R
Aparato de Gay-Lussac para determinar la densidad de un vapor	R
Procedimiento de Dumas para determinar la densidad de un vapor	R
Aparato de Meyer para determinar la densidad de un vapor	R
Higroscopio (figura de monje)	
Higrómetro de cabello (Saussure)	R
Higrómetro de Daniell	R
Higrómetro de Regnault	R
Higrómetro de Alluard	R
Higrómetro de Crova	
Psicrómetro de August	R
Aparato de Despretz	R
Aparato de Ingenhousz	R
Aparato para estudiar la conductibilidad en cristales	R
Experiencia para mostrar las corrientes de convección en líquidos	R
Probeta para mostrar que el agua no hierve si se le aplica calor superior	R
Aparato para mostrar la conductibilidad del hidrógeno	R
Eslabón neumático	R
Aparato de Tyndall	R
Rejilla metálica (efecto de la llama)	R
Calorímetro para hallar el calor de combustión	R
Pirheliómetro de Pouillet	R
Actinómetro de Violle	E
Pirheliómetro de compensación	R
Máquina de vapor atmosférica (Newcomen)	R
Caldera de máquina de	R

vapor fija	
Caja de distribución y cuerpo de bomba de máquina de vapor	R
Modelo de máquina de Watt	R
Corte de máquina de Watt	R
Locomotora de vapor	R
Sección de locomotora	R
Motor de gas Lenoir	R
	R
	3S
Medida de la velocidad de la luz (aparato de Fizeau)	E
Rueda dentada (aparato de Fizeau)	R
	S
Fotómetro de Rumford	R
Fotómetro de Bouguer	
Fotómetro de Wheatstone	
Fotómetro de Bunsen	
Aparato de Silbermann (leyes de la reflexión)	R
Espejos	
	4S
Espejos angulares	R
	9S
Espejos parabólicos	
Espejos de anamorfosis	R
Aparato de Silbermann (leyes de la refracción)	R
	2S
	R
	EM
	S
Prismas	R
	S
Prisma de ángulo variable	R
Prisma para cambiar la dirección de los rayos	R
Goniómetro de Babinet	R
	S
Corte de lentes convergentes y divergentes	E
	10S
Lente de Fresnel	R
Lentes cilíndricas	

	S
Disco de Newton	R
Prisma invertido (recomposición de la luz)	EM
	S
Fosforoscopio	R
	S
Experimento de fluorescencia	F
Ocular fluorescente	E
Corte de prisma acromático (Dollond)	S
Lente acromática	S
Microscopio simple (Nachet)	R
Microscopio simple (Nachet)	R
	4S
Microscopio compuesto (Nachet)	R
Microscopio compuesto (Nachet)	R
	E
Microtomo	R
	2R
Anteojo astronómico	R
Anteojo terrestre (marcha de rayos)	S
Anteojo de Galileo (marcha de rayos)	S
Telescopio de Newton	
Telescopio de Gregory	
Telescopio de Herschel	
Telescopio de Henry	
Cámara oscura	
Cámara lúcida	
Linterna mágica	
Fantasmagoría	
Cinematógrafo	
Fenakistocopio	
Microscopio solar	
Portaluz del microscopio solar	
Helioestado de Fahrenheit	EM
Helioestado de Foucault	R
Linterna de Duboscq, lentes y prisma	R
Lámpara de arco	R
	S

Sistema de proyecciones	R
	R
	EM
	EM
Estereoscopio (esquema)	EM
Estereoscopio	R
Oftalmoscopio	R
Aparato de Melloni (calor radiante)	R
Bolómetro	R
Actinómetro	
Aparato de Melloni (potencia reflectora)	R
Aparato para verificar la reflexión en el vacío	R
Aparato de Melloni (potencia difusiva)	R
Aparato para verificar la identidad de potencia absorbente y emisiva	R
Aparato de Leslie (radiación calorífica)	R
Radiómetro	R
Aparato de Tyndall (diatermancia de los gases)	R
	2R
Espectroscopio ordinario (Bunsen)	R
Colimador del espectroscopio	R
Espectroscopio vertical de Duboscq	R
Cámara fotográfica	R
Daguerrotipo	
Chasis fotográfico	R
Prensa para obtención de positivas	R
Equipo de radiografía	R
	S
	R
	S
Anillos de Newton	E
	2S
Retículas de difracción (redes)	EM
	S
Polariscopio de Norremberg	R
Cristal de espató de Islandia	R

	3S
Aparato de Jamin para estudiar la doble refracción	R
	5S
Pinzas de turmalina	R
	R
Prisma de Nicol	R
	3R
Sacarímetro de Laurent (Pellin-Duboscq)	R
Sección del sacarímetro de Laurent	E
Polaristrobómetros	
Péndulo eléctrico	R
Discos aislados	R
Balanza de Coulomb	R
Esfera y hemisferios aislados	R
Manga de Faraday (cazamariposas)	R
Propiedad de las puntas	R
Molinete eléctrico	R
Aislador de Mascart	E
Aparato para la descarga en el vacío	R
	S
Cilindro metálico (Inducción electrostática)	R
	EM
	S
	S
Vaso aislado y electroscopio de panes de oro (inducción interna)	R
Jaula de Faraday	
Electroscopio de panes de oro	R
Electrómetro de Hankel	R
Electrómetro de Branly	R
Anteojo con escala	R
	R
Electrómetro de Thomson	R
Condensador de Aepinus	R
Botella (de Leyden) de armaduras móviles	R
Botella de Leyden (carga en máquina eléctrica)	R

Batería eléctrica de bocales	R
Excitador de mangos de vidrio	R
Excitador universal	R
Botella de repique	R
Electrómetro condensador	
	EM
Máquina de Ramsden	R
Botella electrométrica de Lane	R
Máquina de Van Marum	
Máquina de Nairne	
Máquina de Winter	R
Electróforo	R
Reproductor de Thomson	E
Máquina de Holtz	R
	EM
Máquina de Wimshurst	R
	EM
Máquina de Carré	R
Repique o campanario eléctrico	R
Danza eléctrica	
Granizo eléctrico	
Taladracartas	R
Mortero eléctrico	R
Portarretratos de Franklin	
Termómetro eléctrico de Riess	R
Huevo eléctrico	R
Tubo de Geissler	R
Tubo de Holtz	F
Tubo centelleante	R
Tubo de Crookes	R
Tubo de Crookes (propagación rectilínea)	R
Tubo de Crookes (cruz de malta)	R
Tubo de Crookes (Radiómetro eléctrico)	R
Tubo de Crookes (efectos caloríficos)	R
Tubo de Crookes (fosforescencia)	R
	F
Montaje para obtener Rayos X	R

Tubo focus	EM
Tubo focus regulador	E
	R
Pistola [pistolete] de Volta	F
Excitador universal de Mascart	R
Pararrayos	
Electrómetro de Palmieri	R
Experiencia de Galvani (pinzas)	R
Par voltaico	R
Pila de Volta	
Aparato para mostrar la producción de electricidad por reacciones químicas	
	S
Pila de artesa	
Pila de corona	
Pila de Wollaston	
	EM
Pila de Daniell	R
Pila de Minotto	R
Pila de Bunsen	R
Pila de Grove	
Pila de sulfato de mercurio	E
	R
Pila de Grenet (bicromato)	R
Pila de bicromato potásico	R
Pila de Leclanché	R
Pila de Maiche	
Pila de sal [común]	
Pila de Zamboni	
Acción de una corriente sobre la aguja imantada (Seebeck)	R
Pila termoeléctrica de Nobili	R
	E
Pila de Marcus	
Pila de Clamond	
Pila de Noé	R
Termómetro [termoeléctrico] para las altas regiones	R
Experimento de Gore	R
Galvanómetro	R

diferencial [Nobili]	
Galvanómetro de aguja vertical [imán móvil]	R
Galvanómetro de Bourbouze	R
Brújula de senos y tangentes	R
Brújula de Weber	R
Galvanómetro de Thomson	R
Galvanómetro de Arsonval	R
Amperómetro de Desprez	R
Amperómetro de Desprez y Carpentier	R
Amperímetro de dilatación	E
Contador de electricidad	
Conmutador de Bertin	R
Conmutador de resortes	R
Interruptor de clavija	R
Conmutador de Ruhmkorff	R
Caja de resistencias	R
Reostato de Wheatstone	R
	S
	EM
Puente de Wheatstone	R
	S
	S
Puente de Kohlrausch	F
	E
Patrón de fuerza electromotriz	R
Pila de Branly	R
Aparato de Peltier	R
Arco voltaico	R
Regulador de intensidad de lámpara de arco	R
Bujía de Jablochhoff	R
Lámpara de incandescencia	R
Hornillo eléctrico	R
	R
Voltámetro	R
Voltámetro de Bertin	R
	2R
Contador de electricidad de Edison	

Contador de electricidad de Mier	
Acumulador de Planté	R
Batería de acumuladores	R
Electrómetro electrocapilar	R
Motor electrocapilar de Lippmann	F
Aparatos para galvanoplastia	R
Aparatos para galvanoplastia, dorado y plateado	R
Flotador con un solenoide móvil (Sr. Rave)	F
Mesa de Ampere modificada por Bertin [Pouillet]	R
Aparato para estudiar la repulsión de las partes contiguas de una corriente	R
	S
Mesa de Ampere (Sistemas de corrientes verticales)	R
Mesa de Ampere (Solenoide y sistemas de corrientes horizontales)	R
	S
Rotación de un circuito cerrado	S
Circuito astático	R
Solenoide movable	R
Piedra imán con armadura	R
Balanza para determinar las distribuciones del magnetismo	F
Espectro magnético (limaduras de hierro)	R
Campo magnético de una corriente (limaduras de hierro)	R
	3S
Imán de Jamin	R
Electrodinómetro de Weber	R
Electrodinómetro de Siemens y Halske	EM
	S
Brújula de declinación	R

Brújula de inclinación	R
Electroimán para estudiar el diamagnetismo	R
Tubo de Crookes (acción del magnetismo sobre la materia radiante)	R
Brújula (aguja de marear)	
Rotación de las corrientes por los imanes	R
Rotación producida por un solenoide	R
Rotación del arco voltaico	R
Rueda de Barlow	R
Rotación de los líquidos por los imanes	R
Inducción por las corrientes (Bobina de inducción de Faraday)	R
	S
	2EM
Aparato de Arago (inducción en disco giratorio)	R
Inducción de las masas metálicas	R
Aparato de Foucault (equivalente mecánico del calor)	R
	EM
Carrete de Ruhmkorff	R
Carrete de Ruhmkorff con conmutador de Bertin	R
	S
Transformador de Tesla	FM
Transformador de Tesla sin baño aislador (Elster y Geitel)	R
Lámpara Tesla	R
Aparato de Tesla Ducretet	R
Gran modelo de transformador de Tesla	F
Vibrador de Hertz	E
Aparato de las ondas eléctricas Ducretet	R
	EM
Magnetos de Pixii y Clarke	
Máquina de Gramme	R

Anillo de la máquina de Gramme	R
Modelo industrial de dinamo de Gramme	R
Dinamo de Siemens	R
	S
Alternador de Siemens	E
Alternador de anillo de Gramme	E
Alternador de corona Siemens y Wilde	EM
Electromotor de Froment	R
Electromotor de Corredera de Bourbouze	R
Dinamomotor de laboratorio Ducretet	R
Aisladores de líneas eléctricas	R
Reostato regulador	F
Regulador de corriente de Mouton	R
	3S
Lámpara de arco con regulador	S
Timbre eléctrico	R
Manipulador Morse	R
Receptor Morse	R
	2S
Péndulo (reloj) eléctrico	R
Teléfono de Bell	R
	E
Micrófono [Hughes]	R
Microteléfono Ader	R
Microteléfono Ader de pared	R
Radiófono Mercadier	R
Dirigible España	F
Absorciómetro	R
Pirómetros	
Máquina de vapor horizontal "Ruston Proctor"	R
Motor de gas Benz	R
Automóvil tipo Delahaye	F

VALLEDOR Y CHAVARRI (1848)

Instrumento	Tipo
-------------	------

Nonius o Vernier	E
Piezómetro de Oersted	E
Tubo de Mariotte	E
Varilla de acero y bala de plomo (elasticidad)	
Balanza	S
Polea fija (cuerda en ángulo)	EM
Polea fija (cuerda recta)	EM
Polea móvil (cuerda en ángulo)	EM
Polea móvil (cuerda recta)	EM
Sistema de poleas	E
Torno	EM
Cabrestante	
Ruedas dentadas	
Cric o gato	
Plano inclinado	EM
Plano inclinado (potencia paralela a la base)	EM
Cuña	EM
Generación del tornillo	EM
Tornillo sin fin	
Cuerdas o máquinas funiculares	
Máquina de Atwood	E
[Tubo de Newton]	
[Martillo de agua]	
Plano inclinado	EM
Esferas ensartadas en una varilla (máquina centrífuga)	E
Tubos giratorios llenos de agua (máquina centrífuga)	E
Péndulo	EM
Péndulos de diferente longitud	E
Péndulo	E
Aparato para verificar la presión de abajo hacia arriba	E
Aparato de Haldat	E
Vasos comunicantes	E
Balanza hidrostática	F
Areómetro de Fahrenheit	F
Areómetro (gravímetro) de Nicholson	F
Areómetro de volumen variable	F

Areómetro Beaumé [Baumé]	
Areómetro de Gay-Lussac	
Vasos comunicantes para observar la velocidad de salida de un líquido (Torricelli)	E
Vaso suspendido con orificio (fuerza de reacción)	EM
Molino de reacción [Molinete hidráulico]	
Tres vasos para el estudio del gasto	E
Vaso con salida cónica	E
Vaso con salida cónica invertida	E
Vaso con salida cónica compuesta	E
Globo para pesar el aire	
Baroscopio	E
Vejiga para comprobar la repulsión de las moléculas en un gas	
Rompevejigas	
Aparato para mostrar la presión de abajo hacia arriba (gases)	
Barómetro (tubo de Torricelli)	E
Barómetro de sifón	E
Barómetro de Gay-Lussac	E
Barómetro de cuadrante	F
Máquina neumática de llaves	E
Máquina neumática de válvulas	E
Máquina neumática	E
Barómetro [manómetro] indicador de la máquina neumática	E
Bomba aspirante	E
Bomba impelente	E
Bomba aspirante e impelente	E
Fuente de compresión	E
Fuente de Herón	E
Pipeta	E
Fuente intermitente	E
Ariete hidráulico	E
Prensa hidráulica	E

Sifón	E
Sifón con tubo lateral	E
Frasco de Mariotte	E
Globo aerostático	
Balanza para el estudio de la cohesión [Láminas de Hauksbee]	
Vasos comunicantes con tubo capilar	E
Esferas permeables e impermeables. Atracción de cuerpos flotantes	E
Esferas permeables e impermeables. Atracción de cuerpos flotantes	E
Timbre para la extinción del sonido [Monocordio]	
Cuerda vibrante	S
Placa vibrante [Chladni]	E
Placa vibrante [Chladni]	E
Termómetro de máxima y mínima (termométrógrafo)	E
Termómetro diferencial de Leslie	E
Termómetro de Rumford	E
Pirómetro de Wedgwood	
Cubo de Leslie	F
Espejo cóncavo	F
Termómetro diferencial	F
Espejos parabólicos [ustorios]	F
Aparato de Melloni	F
Aparato de Lavoisier y Laplace (coef. dilatación de los sólidos)	E
Aparato de Dulong y Petit (dilatación de los líquidos)	
Esfera de marfil y baño de agua (maximum de densidad del agua)	
Péndulo de compensación (vaso con mercurio)	E
Péndulo de compensación (varillas)	E
Termómetro de Breguet	

Calorímetro de Lavoisier y Laplace	F
Olla o marmita de Papin	F
Barómetro de vapor (tensión de vapor)	E
Aparato [de Gay-Lussac] para medir la tensión del vapor de agua a temp inferiores a 0° C	
Pluviómetro	E
Higrómetro de Saussure	F
Higrómetro de Daniell	F
Cilindro de vapor	E
Cilindro de vapor	E
Formación de imagen en espejo plano	S
Kaleidóscopo o transfigurador	
Espejos prismáticos y piramidales [anamorfosis]	
Foco en espejo cóncavo	S
Reflexión en espejo cóncavo	S
Foco virtual y reflexión en espejo convexo	S
Espejos parabólicos, cilíndricos, cónicos	
Ilustración de marcha de rayos en prisma	S
Lentes convergentes	S
Lentes divergentes	S
Marcha de rayos en lente biconvexa	S
Medida del ángulo de refracción	S
Prisma de líquidos	
Prisma de gases	
Descomposición de la luz por un prisma	S
Cámara oscura	EM
Cámara oscura de campo	EM
Daguerrotipo	
Cámara clara o lúcida	EM
Microscopio simple	
Formación de imagen en lente biconvexa	S
Anteojo astronómico	
Anteojo terrestre	
Microscopio compuesto	

Microscopio solar	
Megáscopo	
Linterna mágica/fantasmagoría	
Anteojo de Galileo	
Telescopio de Herschell	
Telescopio de Newton	EM
Telescopio gregoriano	EM
Telescopio de Cassegrain	
Péndulo magnético	
Imán y barra de hierro imantada	E
Imanes rectos (neutralización)	E
Aguja magnética suspendida (polos de la tierra)	S
Brújula de declinación	EM
Brújula [de marear]	
Brújula de inclinación	EM
Aparato de Coulomb para estudiar la magnetización de distintas sustancias	F
Aparato de Arago (acción de los metales sobre la aguja imantada)	F
Péndulo eléctrico	F
[Electróforos]	E
Balanza de Coulomb	F
Cilindro conductor	E
Eudiómetro	
Danza eléctrica	
Repique eléctrico	
Máquina eléctrica (tipo Ramsden)	R
Electróscopo o electrómetro (panes de oro)	F
[Condensador de Aepinus]	E
Excitador de mangos de vidrio	F
Condensador de tafetán	
Condensador de láminas de oro	R
Botella de Leyden	R
Botella de armaduras móviles	E
Botella de descarga	F

Batería [de botellas]	
Electómetro de cuadrante	R
Excitador universal	R
Taladra tarjetas y vidrios	
Mortero eléctrico	F
[Huevo eléctrico]	F
Elipsoide conductor (efecto de las puntas)	F
Pararrayos	
Pila de Volta	E
Pila de artesa	F
Pila de Wollaston	E
[Voltámetro]	F
Pila de Daniell	F
Pila de Grove	
Pila de Bunsen	E
Flotador de la Rive	E
Galvanómetro o multiplicador [de Schweigger]	E
[Solenoides, carrete de inducción]	E
Pila o termomultiplicador de Melloni	E
[Máquina dinamoeléctrica de Pixii]	E
[Máquina dinamoeléctrica de Clarke]	

FERNÁNDEZ
FÍGARES (1866)

Instrumento	Tipo
Nonius o vernier	E
Nonius o vernier	E
Campana de buzo	
Lluvia de plata o de Diana [mercurio]	F
Laminador	
Hilera	
Eslabón neumático	F
Tubo de Mariotte	F
Piezómetro de Oersted	F
Bolas de marfil y plomo, plano de mármol, varilla de acero	

Plomada	
	3S
Paralelogramo de fuerzas	E
	8S
Dinamómetro de Leroy	F
Dinamómetro de Regnier	F
Tablilla para hallar c. d. g.	E
Elipsoides: equ. Estable e inestable	E
Plano inclinado [paradoja dinámica: cilindro y doble cono]	E
	S, S, S
Sistema de tres palancas	F
Balanza	F
"Fiel de las balanzas"	F
Romana	F
Poleas fijas	F
Poleas móviles	F, F
Sistemas de poleas	F
"Tróculas o polipastos"	F, R
Torno	F
Torno	EM
Torno chino	F
Cabrestante	F
Cábria	F
Grúa	F
Sistemas de tornos	EM
Engranajes	
"Crik o pie de gato"	E
Plano inclinado	EM, S
Cuña	E
Cuña	EM
Tornillo y tuerca	E
Tornillo sin fin	F
Cuerdas	S, S, S
Tribómetro	E
Plano inclinado	EM
	3S
[Tubo de Newton]	F
Martillo de agua	F

Máquina de Atwood	F
Plano inclinado	EM
	S
Caida por una cicloide	E
	S
Aparato de fuerzas centrales [sic]	E
	S
Parábola de anillos [tiro parabólico]	E
[Aplastamiento de meridianos]	E
Aparato para mostrar las órbitas de los planetas	E
	S
Aparato para el estudio del choque elástico (péndulos)	E
Esfera de marfil y plano de mármol	
Esfera de marfil y plano de mármol choque oblicuo	S
	EM
	EM
Redoma de los cuatro elementos	
	E
Aparato de Haldat	F
Cilindro y probeta (presión de abajo arriba)	E
	E
Balanza hidrostática	F
Tubo con vejiga (compresión de los líquidos)	E
Diablillo de Descartes [Ludió]	F
Vasos comunicantes	E
Vasos comunicantes: líquidos heterogéneos	F
Nivel de agua	
Nivel de burbuja	
Balanza hidrostática	F
Frasco de Klaproth	
Gravímetro de Nicholson	F
Areómetro de Fahrenheit	
Areómetros	F
Pesa licores Baumé	F

Alcohómetro de Gay-Lussac	F
Pesa sales de Baumé	F
Areómetro universal	
Volúmetro	
Densímetro	
Dirección de la vena fluida (vaso recto)	E
Dirección de la vena fluida (vaso campaniforme)	E
Flotador de Prony	F
	E
Tubos adicionales (caños)	E
	E
Molinete de reacción	F
Ariete hidráulico	F
Aparato principio Pascal gases	F
Globo para pesar gases	F
Baroscopio	E
Rompe-vejigas	R
Hemisferios de Magdeburgo	F
Vaso de agua y papel (presión atmos)	
Tubo de Torricelli	E
Recipiente de dos barómetros	E
Barómetro de cubeta	E
Barómetro de Fortin	F
Barómetro de sifón (Gay-Lussac)	E
Barómetro aneroide	
Barómetro de Bourdon	
Barómetro balanza del P. Secchi	
Barómetro de cuadrante	E
Máquina neumática (dos cuerpos de bomba)	E
Máquina de Bianchi	
Barómetro truncado o de proveta	E
Manómetro de aire comprimido	F
Manómetro de Bourdon	
Fuente de compresión	F, E
Bomba aspirante	E
Bomba impelente	E, E
Bomba de incendios	
Bombas mistas [sic.]	E

Fuelle	F
Prensa hidráulica	E
Sifón	E
Sifón para líquidos corrosivos	E
Vaso de Tántalo	F
Fuente intermitente	F
Pipeta	F
Jarro mágico	F
Botella encantada	
Fuente de Herón	F
Frasco de Mariote	F
Gasómetros (depósitos de gas)	
Globos aerostáticos	
Paracaídas	
[Planos de cohesión]	F
Tubos capilares	F
Láminas paralelas y angulares [Hauksbee]	
	3E
Vasos comunicantes con tubo capilar	E
Bolas de corcho en agua (atracción y repulsión)	
Endosmómetro	F
Campana suspendida	F
Campana y timbre: no propagación en el vacío	F
	EM
Espejos ustorios (para est ref del sonido)	
Trompetilla acústica	F
Bocina	F
Sonómetro	F
	S
Diapasón	F
Placas [de Chaldni]	F
Campana y resonador [Savart]	F
Pirómetro o medidor del fuego	F
Termóscopo de mercurio	E
Termóscopo de aire	E
Termómetro	E
Aparato para fijar el 100 del termómetro	E
Termóscopo diferencial de Leslie	F

Termóscopo de Rumford	F
Temómetro de máxima de Negretti	F
Termómetro de mínima de Rutherford	F
Pirómetro de arcilla de Wedgwood	F
Cubo de Leslie	F
Aparato estudio absorción calor radiante	F
Reflector cóncavo	E
Pila de Melloni	F
Aparato para mostrar el ángulo de reflexión del calor	E
Espejos conjugados	E
Experiencia de Leslie (calor radiante)	E
Termo-multiplicador de Melloni	E
Caja de Ingenhousz	F
Termómetro de contacto de Fourier	F
Barra de Despretz	F
Vaso y termómetro (mala conductibilidad de los líquidos)	E
Anillo de S'Gravesande	F
	E
Termómetro de peso	E
Aparato de Dulong y Petit (dilatac absoluta del mercurio)	E
Aparato de corona [Hope]: max den agua	F
Ap. Gay-Lussac: dilatación de los gases	F
Péndulo de Harrison	E
Péndulo de Robert	E
Péndulo de Graham	E
Termómetro de Bréguet	F
Calorímetro de Lavoissier	F
Calorímetro	F
Calorímetro [de Despretz]	F
	F
Barómetro de cubeta profunda (fuerza elástica del vapor)	F
Cubeta-barómetro: tensión de vapor \square t ^a \square 100 °C	F

Ap. [de Gay-Lussac]: tensión de vapor ^a menor 0° C	F
Ap. tensión de vapor ^a mayor 0° C	F
Ap. de Gay-L.: tensión de una mezcla de vapores y gases	F
Ap. de Gay-L.: tensión de densidad de un vapor	E
Marmita de Papin	F
Hypsómetro de Regnault	F
Máquina de Savery	
Máquina de Newcomen y Cawley	E
Máquina de Watt de simple efecto	
Máquina de Watt de doble efecto	E
Máquina de expansión de Wool	E
Locomotoras	
Máquinas de aire comprimido	
Buques de vapor	
Higrómetro de cabello de Saussure	F
Higrómetro de Daniell	F
Higrómetro de Regnault	F
Psychrómetro	F
Pluviómetro	E
	4S
Fotómetro de Bouguer	
Fotómetro de Rumford	
Fotómetro de Wheatstone	F
[Aparato de Silbermann]	F
Espejos planos	EM todas
	S
Espejos esféricos	S todas
Espejos de anamorfosis	
	4S
Prisma	S
Goniómetro de aplicación	F
Anteojo móvil (desviación)	E
Prisma de líquidos	F
Prisma de gases	F

Lentes	E y EM
Prisma (descomposición de la luz)	EM
Poliprisma de líquidos	F
Aparato de siete espejos: recomposición	F
Prisma de ángulo variable	F
Aparato de tres prismas: acromatismo	F
	EM
	S
	EM
Círculo de Newton	F
Ojo artificial	F
Portaluz	E
Cámara oscura	E
Cámara oscura de campo	E
Daguerrotipo y fotografía	
Cámara lúcida de Wollaston	E
Cámara lúcida de Amici	E
Microscopio simple	EM
Microscopio compuesto	EM
Anteojo astronómico	EM
Anteojo terrestre	EM
Anteojo de Galileo	EM
Telescopio de Gregory	EM
	S
Cristal de Espato	EM
Pinzas de turmalina	F
Espejos de Fersnel	S
Péndulo magnético	F
Imán y limaduras de Fe	E
Aguja imantada	F
Aguja suspendida	F
Brújula de declinación	F
Brújula de inclinación	F
	S
	2F
Disco de Arago	E
Péndulo eléctrico	F
Electróforos	F
Balanza de Coulomb	F
Esfera y hemisferios	F

aislados	
Conductores esféricos y cilíndricos aislados	F
	E
Campanario eléctrico	F
Granizo eléctrico	F
Danza eléctrica	F
Máquina eléctrica de Ramsden	F
Electrómetro de Henley	F
Máquina de Van Marum	
Máquina de Nairne	
Máquina hidroeléctrica de Armstrong	
Electróforo	F
Electroscopio de médula de saúco	F
Electroscopio de panes de oro	F
Condensador de lámina de vidrio	F
Excitador simple	F
Excitador de mangos de vidrio	F
Excitador universal	F
Botella de Leyden	F
Botella de Leyden de armaduras móviles	E
Aparato para medir la distancia explosiva [chispa]	F
Batería de botellas	F
Electrómetro condensador de Volta	F
Aparato para inflamar la pólvora	F
Aparato para inflamar el éter	F
Globo o huevo eléctrico	F
Tubo fulminante [resplandeciente]	F
Cuadro resplandeciente	F
Taladratarjetas	
Termómetro eléctrico de Kinnersley	
Pistolete de Volta	F
Pistolete de vidrio [eudiómetro]	F
Electrómetro de Haiiy	E
	E
	R
Pararrayos	

Pila de Volta	F
Pila de artesa (Cruikshank)	E
Pila de Wollaston	E
Pila de Young	
Pila de Munke	
Pila de Hare	
Baterías de pilas	
Voltámetro	E
Pila de Becquerel	E
Pila de Bunsen	E
Pila de Grove	
Pila seca de Zamboni	
Electrómetro de Bohnenberger	F
Par termoeléctrico	E
Pila termoeléctrica de Nobili	F
Agujas astáticas	F
Reómetro multiplicador [Schweigger] o galvanómetro	S, F
Aparato de Melloni	
Hélices [bobinas] dextrorsum y sinistorsum	E
Electroimán suspendido	F
[Bobina de inducción de Faraday]	F
Máquina de Pixii	
Máquina de Clarke	
Flotador [con espira] eléctrico	E
Solenoides flotante	E
[Mesa de Ampère]	F
Telégrafo de cuadrante (de demostración)	F
Telégrafo de Breguet	
Telégrafo de Froment	
Telégrafo de Siemens	
Telégrafo Morse	
Relojes eléctricos	
	S
Lámpara filosófica	F

FELIÚ PÉREZ (1874)

Instrumento	Tipo
Nonio o Vernier	E
Nonio para arcos	R

Esferómetro	R
Lluvia de Diana	R
Anillo de S'Gravesande	R
Aparato para mostrar la dilatación en líquidos y gases	F
Plomada	F
Dinamómetro de resorte	R
Romana de cuadrante	R
	8S
Aparato para mostrar la resultante de dos fuerzas paralelas de igual sentido aplicadas a una recta	R
	3S
Equilibrio de un cono	R
Paradoja dinámica (cilindro)	R
Paradoja dinámica (doble cono)	R
Cilindros inclinados (c.d.g.)	R
Figura en equilibrio (c.d.g.)	R
Volatines [volatineros chinos]	R
	5S
Balanza sensible	R
Balanza de Roberval	R
Romaza	R
Poleas y polipastos	R
Torno	R
Cabrestante	R
Cabria	R
	EM
Plano inclinado	R
	S
Generación del tornillo	R
Sistemas de tornillos	R
Ruedas dentadas	R
Cambio de dirección de un movimiento (por engranajes)	R
Tornillo sin fin	R
Cric o gato	
Sistema de palancas	R
	S
Tubo de Newton	R
Martillo de agua	R

Máquina de Atwood	R
	S
Movimiento parabólico	R
Achatamiento producido por la fuerza centrífuga	R
Accesorio para el estudio de la fuerza centrífuga en los sólidos	R
Accesorio para el estudio de la fuerza centrífuga en los sólidos de diferente densidad y líquidos	R
Ferrocarril aéreo de fuerza centrífuga	R
	S
Aparato para la demostración de las leyes del péndulo	R
Péndulo de Kater	R
Escape de áncora (relojes)	R
Péndulo de segundos	
Vaso de Plateau	R
Armazones para las figuras de Plateau	R, R
Planos de Magdeburgo y adhesión de líquidos	R, R
Catetómetro	R
Laminador	R
Tribómetro de Coulomb	R
Aparato para mostrar que la transmisión del movimiento no es instantánea	R
Aparato para estudiar el choque entre cuerpos elásticos y no elásticos	R
Aparato para estudiar el choque entre varios cuerpos elásticos interpuestos	R
Aparato para el estudio del choque oblicuo de cuerpos elásticos	R
Piezómetro de Oersted	R, R
	E
Aparato para mostrar el principio de Pascal	R
	EM
Prensa hidráulica	R
	R

Prensa esterhidráulica	R
Aparato para mostrar la presión de abajo hacia arriba	R
Tubo "de los cuatro elementos"	R
	2EM
Aparato de Haldat	R
Molinete hidráulico	R
	E
	E
Vasos comunicantes	R
Aparato para el estudio del equilibrio en líquidos de diferente densidad	R
Nivel de agua	R
Nivel de aire	R
	EM
Balanza hidrostática	R, R
	2EM
	EM
Ludió	R
Accesorio de balanza hidrostática: esfera hueca lastrada (det. Densidad)	F
Frasco para medir densidades de sólidos y líquidos	F
Areómetro de Nicholson	R
Areómetro de Fahrenheit	R
Pesa ácidos (Baumé)	R
Areómetro universal	R
Alcohómetro de Gay-Lussac	
Densímetro de Rousseau	R
Lámina para observar la capilaridad, líquido que moja	R
Láminas de Hauksbee	R
Tubo capilar	R
Lámina para observar la capilaridad, líquido que no moja	R
Tubo capilar	R
Aparato de tubos capilares. Ley de Jurin	R
Esferas de corcho permeables e impermeables.	R

Atracción y repulsión.	
Endosómetro de Dutrochet	R
Aparato de Charles	R
Flotador de Prony	R
Ariete hidráulico	R, F
Eslabón neumático	R
Globo para pesar gases	R
Aparato para comprobar el principio de Pascal en gases	R
Rompe vejigas	R
Hemisferios de Magdeburgo	R
Aparato para la experiencia de Torricelli	R
Recipiente de dos barómetros	R
Barómetro de cubeta	R
Barómetro de Fortin (detalle)	R, R
Barómetro de sifón de Gay-Lussac	R
Barómetro de cuadrante	R
Barómetro de Bourdon	R
Barómetro aneróide	R, R
Aparato para mostrar la ley de Boyle-Mariotte	R
Tubo de Mariotte	R
Barómetro de cubeta profunda	R
Manómetro de aire libre	R
Manómetro de aire comprimido	R
Manómetro de columnas múltiples	R
Manómetro de Bourdon	R
Cuerpo de bomba de máquina neumática	R
Máquina neumática de un cuerpo de bomba	R
Máquina neumática de dos cuerpos de bomba	R
Fuente en el vacío	R
Aparato "para comprobar que hay aire en el interior de un huevo"	R
Sección del cuerpo de bomba de la máquina de Bianchi	R
Máquina neumática de Bianchi	R

Máquina neumática de compartimentos	E
Bomba de compresión	R, F
Escopeta de viento	R
Fuente de compresión	R
Fuente de Herón	R
Bomba aspirante	F
Aparato para mostrar que la presión atmosférica impulsa el agua en las bombas	R
Modelo de Bomba aspirante elevatoria (no impelente)	R
Sección del cuerpo de bomba de una bomba impelente	F
Bomba mixta o aspirante impelente	
Bomba de doble efecto	
Modelo de Bomba de incendios	R
Válvula de chapa [chapaleta]	R
Válvula cónica	R
Válvula de bola	R
Fuente intermitente	R
Pipeta, catavinos, bomba de tonelero o cala	R
cafeteras mágicas, embudos mágicos	
Botella mágica	R
Sifón	
Sifón para líquidos corrosivos	R
Vaso de Tántalo	R
Baroscopio	R
[Globo aerostático]	F
[Paracaidas]	
Placa vibrante	R
Ausencia de sonido en el vacío, campana y timbre	R
Aparato (péndulos) para explicar la transmisión del sonido	R
Lámina vibrante	E
Sirena de Cagniard	R
Rueda dentada de Savart	
Sonómetro	R
Diapasón	R

Ilustración de cuerda vibrante	S
Construcción del termómetro de mercurio	R
Aparato para fijar el 0	R
Aparato para fijar el 100	R
Termómetro ordinario	R
Construcción del termómetro de alcohol	R
Termómetro de mínima de Rutheford	R
Termómetro de máxima de Negretti y Zambra	R
Termómetro de máxima de Walferdin [de derrame]	R
Termómetro diferencial de Leslie	
Termoscopio de Rumford	
Termómetro metálico de Breguet	R
Pirómetro de Wedgwood	R
Pirómetro de cuadrante	R
Aparato de Lavoisier y Laplace para determinar el coeficiente de dilatación lineal de los sólidos	R
Ilustración del proceso de medida	EM
Método de Dulong y Petit para determinar el coeficiente de dilatación cúbica de los sólidos	F
Péndulo compensador	R
Péndulo compensador de Graham	R
Péndulo compensador de Harrison	
Aparato para mostrar la influencia de la dilatación del vaso en la dilatación de líquidos	R
Aparato de Dulong y Arago para fijar el coeficiente de dilatación absoluto del mercurio	R
Termómetro de peso	F
Aparato de Hope	R

Aparato de Gay-Lussac [termómetro de aire] para determinar el coeficiente de dilatación de los gases	R
Tubo para la sobresaturación de gases	R
Aparato para medir tensiones de vapor en el vacío	R
Barómetro de cubeta profunda para mostrar ley de vaporización	R
Aparato para medir el coeficiente de dilatación en vapores	R
Aparato de Gay-Lussac para medir la tensión del vapor de agua a diferentes temp inferiores a 0° C	R
Aparato de Dalton para medir la tensión del vapor de agua a diferentes temp superiores a 0° C	R
Aparato de Gay-Lussac para medir la tensión de una mezcla de vapores y gases	R
Pulsómetro de Franklin	R
Marmita de Papin	R
Martillo de Donny	R
Aparato de Boutigny (lámpara eolípila)	R
Aparato de Boutigny (cápsula de cobre para observar el estado esferoidal)	R
Aparato de Boutigny (experiencia para líquidos con punto de ebullición menor de 0° C)	R
Aparato de Boutigny (experiencia par observar que el líquido no toca la placa)	R
Alambique	R
Hipsómetro (de Regnault)	R
Tubo de Faraday	F
Aparato de Thilorier para licuar y solidificar el ácido carbónico	R
Tubo en "U" para medir el estado	F

higrométrico	
Higrómetro de Daniell	R
Higrómetro de Regnault	R
Higrómetro de Saussure	R
Higroscopios	
Calorímetro de Lavoisier y Laplace	R
Calorímetro de Despretz	R
Aparato de Ingenhousz	R
Aparato de Despretz	R
Lámpara de Davy [de minero]	R
Probeta para mostrar que el agua no hierve si se le aplica calor superior	R
Experiencia para mostrar las corrientes de [convección] acarreo	
Termómetro de Rumford	R
Pila termoeléctrica de Melloni	E
Aparato termomultiplicador [banco] de Melloni	R
Aparato termomultiplicador de Melloni modificado para estudiar la diatermancia de gases y vapores	R
Aparato de Melloni modificado para demostrar las leyes de la reflexión del calor	R
Espejos ustorios	R
Termómetro diferencial de Leslie para verificar la igualdad del poder absorbente y emisor	R
Modelo del cilindro de Papin	R
Máquinas de Savery, Newcomen y Cawley	
Máquina de Watt de simple efecto	R
Caldera [no tubular] de una máquina de vapor	R
Locomotora Crampton	R
Aparato de Tindall [Tyndall], equivalente mecánico del calor	R
Ilustración de	S

formación de sombra	
Ilustración de formación de sombra y penumbra	S
Cámara oscura	F
Ilustración del sol y varios planetas (velocidad de la luz)	S
Teoría del aparato de Fizeau para det. la velocidad de la luz	EM
Fotómetro de Rumford	R
Fotómetro de Bouger	R
Fotómetro de bolsillo de Bunsen	
Fotómetro de Burel	
Fotómetro de Crookes	
Fotómetro de Wheatstone	
Ilustración de la ley de la reflexión	S
Aparato de Silberman para mostrar la ley de la reflexión	R
Círculo astronómico para mostrar la ley de la reflexión	R
Ilustración de la imagen producida por espejos planos	S
Ilustración de la imagen de un objeto producida por un espejo plano	S
Ilustración de la imagen producida por dos espejos a 45°	S
Porta-luz	R
Ilustración del foco en espejo cóncavo	S
Ilustración del foco principal y secundario en espejo cóncavo	S
Ilustración de focos conjugados en espejo cóncavo	S
Ilustración de imagen producida por espejo cóncavo	3S
Ilustración del foco en espejo convexo	S
Ilustración de foco conjugado en espejo convexo	S
Ilustración de imagen producida por espejo convexo	S

Espejos de anamorfosis	
Ilustración de refracción en un vaso con agua	EM
Ilustración de refracción	S
Aparato de Silberman para comprobar las leyes de la refracción	R
Ilustración de reflexión total	S
Ilustración de espejo [espejismo]	R
Refracción en lámina plano paralela	EM
Ilustración de refracción en un prisma	3EM
Ilustración en corte de lentes convergentes	E
Ilustración en corte de lentes divergentes	E
Ilustración con foco principal de lente biconvexa	EM
Ilustración con foco conjugado de lente biconvexa	EM
Ilustración con foco en un eje secundario de lente biconvexa	EM
Ilustración de imagen formada por lente biconvexa	EM
Ilustración de imagen real formada por lente convergente	EM
Ilustración de imagen virtual formada por lente convergente	EM
Ilustración de foco principal de lente divergente	EM
Ilustración de foco conjugado de lente divergente	EM
Ilustración del centro óptico	EM
Ilustración de imagen virtual	EM
Ilustración de aberración esférica	EM
Lente de Fresnel	R
Ilustración de la descomposición de la luz blanca por un prisma	EM
Poliprisma	
Experiencias con	

prismas	
Ilustración de los espectros de dos prismas cruzados	S
Experiencias con lentes y prismas para la recomposición de la luz	
Aparato de 7 espejos para la recomposición y prisma	R
Disco de Newton	
Esquema de espectroscopio de Kirchhoff y Bunsen	EM
Ilustración de prisma acromático	EM
Ilustración de la formación de la imagen en la retina	EM
Estereoscopio (esquema)	E
Ilustración de la formación de la imagen en un ojo miope	EM
Esquema de microscopio simple	EM
Microscopio simple de Nacet	R
Esquema de microscopio compuesto	EM
Microscopio compuesto de Nacet	R
Ilustración del prisma de Amici	EM
Porta-luz y microscopio solar	FM
Esquema de antejo astronómico	EM
Esquema de antejo terrestre	EM
Esquema de antejo de Galileo	EM
Esquema del telescopio de Gregory	EM
Telescopio de Herschell	
Esquema del telescopio de Newton	EM
Cámara lúcida	EM
Cámara oscura	EM
Cámara fotográfica	
Esquema de los espejos de Fresnel	EM
Esquema de biprisma de Fresnel	EM
Esquema de formación de anillos de Newton	EM

Ilustración de difracción	EM
Ilustración de interferencias por difracción	EM
Aparato para estudiar la conductibilidad en cristales	R
Ilustración de doble refracción en el espato de Islandia	EM
Polariscopio de Biot	R
Polariscopio de Noremborg	R
Barra de lacre o vidrio para estudiar la atracción electrostática	R
Péndulo eléctrico	R
Balanza de Coulomb	R
Esfera hueca de Coulomb	R
Manga cónica [cazamariposas] de Faraday	R
Hemisferios de Biot [o de Cavendish]	R
Aparato [de Riess] para estudiar la electricidad por inducción	R
Esquema de influencia sobre varios conductores en el aparato de Riess	EM
Electroscopio de Bennet [pan de oro]	R, R
Electróforo	EM
Máquina de Ramsden	R
Máquina de Nairne	EM
Máquina de Van Marum	
Máquina de Armstrong	
"Nueva máquina de Holtz"	R
Campanario eléctrico	R
Mortero eléctrico	R
Molinete eléctrico	
Condensador de Aepinus	R
Excitador de mangos de vidrio	R
Excitador simple	R
Electroscopio condensador de Volta	R
Cuadro de Leyden o cuadro fulminante de Franklin	

Botella de Leyden	R
Botella de repique	R
Botella de armaduras móviles	R
Batería eléctrica [de bocales]	R
Taladra-cartas o taladra-vidrios	
Excitador universal	R
Termómetro de Kinnersley	
Pistoleta y eudiómetro de Volta	
Imán natural	
Imán artificial	
Aguja magnética	R
Barra imanada	R
Ilustración de efectos de la rotura de una barra imanada	EM
Ilustración del espectro magnético con limaduras de hierro	R
Ilustración del par magnético terrestre	EM
Ilustración del ángulo de declinación	E
Brújula de declinación	R
Brújula de inclinación	
Brújula marina	
Sistema astático	
Balanza de Coulomb [acciones magnéticas]	R
Haz magnético [imán artificial en herradura] con armadura y porta pesos	R
Ilustración de la experiencia de Galvani (pinzas)	R
Electroscopio condensador de Volta para mostrar su teoría del contacto	EM
Pila de Volta	E
Placas de cinc y cobre en agua acidulada	R
Electroscopio condensador de Volta [teoría de la pila]	R
Pila de artesa	EM
Pila de corona	R
Pila de Smee	
Pila de Wollaston	EM

Voltámetro	R
Pila de Daniell	F
Pila de Marié Davy	
Pila de Bunsen	R
Pilas de Bunsen en serie	R
Pila de Callaud y Minotto	
Pila universal de Delaurier	
Arco voltaico	
Representación de la descomposición del agua	S
Representación de la descomposición del sulfato de cobre	S
Aguja imantada para la experiencia de Oersted	EM
Multiplicador de Schweigger	EM
Galvanómetro de Nobili	EM
Descripción del galvanómetro de Rumkorff	
Galvanómetros	
Electroimán	R
Telégrafo de cuadrante de Breguet (manipulador)	R
Telégrafo de cuadrante de Breguet (receptor)	R
Telégrafo Morse (manipulador)	R
Telégrafo Morse (receptor)	R
Telégrafo impresor de Hughes	
Pantelégrafo Caselli	
Sustentáculo de corrientes móviles del Sr. Rave	3FM
Ilustración de corrientes paralelas y angulares. Leyes de Ampère	4S
Sustentáculo de corrientes móviles del Sr. Rave. Corrientes rectilíneas y sinuosas	2FM
Ilustración de rotación de las corrientes	FM
Sustentáculo de corrientes móviles del Sr. Rave. Solenoide	FM

Bobina de inducción (inducción por las corrientes)	R
Bobinas de inducción de Faraday (inducción por una corriente en movimiento)	
Bobina de inducción (inducción por los imanes)	R
Inducción por los imanes en un disco de cobre	
Máquina de Clarke	R
Máquina de Ruhmkorff con interruptor de Foucault	R
Par termoeléctrico de Seebeck	R
Pila termoeléctrica de Nobili y Melloni	R
Pila termoeléctrica de Becquerel	
Anemómetro de Robinson	R
Pararrayos	
Eslabón de hidrógeno o de esponja de platino (Döbereiner, 1823)	R

MÁRQUEZ Y CHAPARRO (1892)

Instrumento	Tipo
Nonio	R
Katetómetro	R
Cuba hidrargíronumática	
Piezómetro	R
Eslabón neumático	R
Lluvia de plata o de Diana	R
Aparato de fuerzas centrales	R
Aplastamiento de meridianos	R
Plano inclinado	EM
Poleas y polipastos	R
Torno	R
Cabrestante	R
Cabria	R
Ruedas dentadas	R
Tornillo	R
Tornillo micrométrico	R

Cuña	F
Tornillo sin fin	R
Planos de Magdeburgo	R
Plomada	R
Conos en equilibrio	R
Tubo de graves [Newton]	R
Martillo de agua	R
Máquina de Atwood	R
Balanza	R
Balanza de precisión	R
Balanza de Roberval	R
Romana	R
Báscula	R
Transmisión no instantánea del movimiento	R
Ap. Para la transmisión del movimiento	R
Ap. Choque elástico	R
Aparato princ. Pascal	R
Ap. Presión de abajo-arriba	R
Aparato de Haldat	R
Aparato presión lateral	R
Molinete hidráulico	R
Equilibrio líquidos diferente densidad	R
Vasos comunicantes	R
Nivel de agua	R
Nivel de aire	R
Balanza hidrostática	R
Ludión	R
Frasco de los cuatro elementos	
Areómetro de Nicholson	R
Areómetro de Fahrenheit	R
Pesa ácidos	R
Areómetro universal	R
Alcoholómetro centesimal (Gay-Lussac)	R
Frasco de las densidades (sólidos)	R
Frasco de las densidades (líquidos)	R
Tubos capilares	R
Tubos capilares comunicantes	R
[Láminas de Hauksbee]	R

Tubo capilar comunicante	E
Endosmómetro de Dutrochet	R
Dializador	R
Aparato de Charles	R
Flotador de Prony	R
Sifón flotador	
Frasco de Mariotte	
Ariete hidráulico	E
Vejiga para expansión de los gases	R
Globo para pesar gases	R
Igualdad de presión en todas direcciones	R
Rompe-vejigas	R
Hemisferios de Magdeburgo	R
Vaso de agua y papel (presión atmos)	R
Tubo barométrico (Torricelli)	R
Aparato de dos barómetros	R
Barómetro de cubeta	R
Barómetro de sifón	R
Barómetro de Fortin	R
Barómetro de Gay-Lussac	R
Barómetro aneróide (Vidi)	R
Barómetro de Bourdon	F
Tubo de Mariotte	R
Barómetro de cubeta profunda	R
Manómetro de aire libre	R
Manómetro de aire comprimido	R
Manómetro de Bourdon	R
Baroscopio	R
Aparato para mostrar difusión en gases	R
Máquina neumática de émbolo	F
Máquina neumática de dos cilindros	R
Máquina neumática de dos cilindros	R
Máquina de Bianchi	R
Máquina de compresión	R
Fuente de compresión	F
Fuente en el vacío	R

Pipeta	R
Sifón	R
Fuente de Herón	R
Fuente intermitente	R
Bomba aspirante	R
Bomba impelente	R
Bomba mixta	R
Bomba de doble efecto	R
Bomba de incendios	R
Prensa hidráulica	R
Frasco de Mariotte	R
Timbre extinción del sonido	R
Globo con campanilla	R
Espejos parabólicos: reflexión del sonido	R
Bocina	R
Trompetillas acústicas	R
Lente convergente para sonido	R
Tubo de interferencias	R
Interferencia en placas sonoras	E
Sirena de Cagniard Latour	R
Vibroscopeco de Duhamel	R
Fonoautógrafo de Scott	R
Sonómetro	R
Diapasón	R
Varilla vibrante	R
Placa vibrante	R
Tubos sonoros	R
Diapasón (resonancia)	E
Resonador de Savart	R
Membrana para nodos en tubos sonoros	R
Llamas manométricas (Köenig)	R
Tubos y espejo giratorio (análisis)	R
Resonador de Helmholtz	R
Analizador [Koenig]	R
Fonógrafo de Edison	R
Cámara oscura	R
Fotómetro de Bouguer	R
Fotómetro de Rumford	R
Fotómetro de Bunsen	
Aparato [de Silberman]	R

Espejos	S
Polemoscopio	
Sextante	
Portaluz de Duboscq	R
Helioestado	
Kaleidoscopio	
Caja catrótica	
Goniómetro de reflexión	
Aparato ley refracción	R
Prismas	R
Aparato Biot y Arago índice de refracción en gases	R
Lentes	E
Lente de Fresnel	EM
Disco de Newton	R
Espectro de emisión Kirchhoff y Bunsen	R
Fosforoscopio de Becquerel	R
Prisma acromático	S
Lente acromática	E
Estereoscopio	R
Cámara lúcida	EM
Cámara oscura	R
Cámara fotográfica	R
Cámara oscura portátil	R
Linterna mágica	R
Microscopio solar	R
Microscopio simple	EM
Microscopio compuesto (Nachet)	S
Microscopio de Amici	S
Microscopio binocular (Nachet)	R
Anteojo astronómico	S
Anteojo terrestre	S
Anteojo de Galileo	S
Gemelos de teatro	R
Telescopio de Newton	EM
Aparato para anillos de Newton	E
Cristal de espato de Islandia	R
Pila de cristales	EM
Prisma de Nicol	EM
Pinzas de turmalina	R
Polariscopio de Norremberg	R

Anillo de s'Gravesande	R
Dilatómetro de cuadrante	R
Ap. Dilatación en líquidos y gases	R
Termómetro de mercurio	R
Aparato para fijar el 0 del termómetro	R
Aparato para fijar el 100 del termómetro	R
Termómetro de alcohol	
Termómetro de máxima y mínima	R
Termómetro de Breguet	R
Termómetro diferencial de Leslie	R
Termoscopio de Rumford	R
Pirómetro de Brongniart	R
Ap. De Dulong y Petit: dilat. Absoluta Hg	R
Termómetro de peso	R
Aparato de Hope (Máxima densidad del agua)	R
Aparato de Lavoisier y Laplace: dilat. Lineal	R
Péndulo compensador de parrilla	R
Ap. Gay-Lussac: dilatación de los gases	R
Termómetro de aire de Gay-Lussac	
Ap. Regnault: densidad de los gases	R
Ap. 4 barómetros: tensión de vapor en el vacío	R
Barómetro de cubeta profunda (fuerza elástica del vapor)	R
Ap. de Gay-L.: tensión de una mezcla de vapores y gases	R
Experiencia [pulsómetro] de Franklin	R
Marmita de Papin	R
Hipsómetro	R
Martillo de Donny	R
Aparato de Boutigni: estado esferoidal	R
Aparato de Thilorier (para el CO2)	R

Tubo de Faraday	R
Aparato de Bianchi: liquidación	R
Aparato de Cailletet: liquidación	R
Alambique	R
Ap. de Gay-Lussac: tensión de vapor $t^a < 0^o$ C	R
Ap. de Regnault: tensión del vapor $0 < t^a < 100^o$ C	R
Ap. de Regnault: tensión de vapor $t^a > 100^o$ C	R
Ap. de Dumas: densidad de un vapor	R
Aparato de Melloni	F
Termómetro de Rumford	R
Espejos ustorios	R
Aparato de Ritchie	R
Lámpara de Locatelli	
Espiral de platino y lámpara de alcohol	R
Placa de cobre y lámpara de alcohol	R
Cubo [de Leslie] y lámpara de alcohol	R
Barras con esferas de marfil adheridas con cera (conductibilidad)	R
Aparato de Ingenhousz	R
Aparato de Despretz: conduct. en sólidos	R
Tubo de Rumford: mala conductibilidad de los líquidos	R
Aparato de Despretz: conduct. en líquidos	R
Tubo de Magnus: conduct. en gases	R
Lámpara de seguridad de Davy	R
Torta de cera (calor esp. en sólidos)	R
Calorímetro de Regnault	R
Calorímetro de Lavoissier y Laplace	R
Calorímetro para calor de vaporización	R
Eslabón neumático	R
Aparato de Tyndall	R
Aparato de Foucault	R

Aparato de Joule (equivalente mecánico del calor)	R
Pirheliómetro de Pouillet	R
Radiómetro de Crookes	R
Máquina de vapor de Watt	R
Caldera de máquina de vapor	R
Locomotora de vapor	R
Hélice de barco de vapor	R
Barra de vidrio: atracción eléctrica	R
Pila de Cu y Zn	R
Péndulo eléctrico	R
Discos de vidrio y metal forrado	R
Balanza de Coulomb	R
Esfera y cilindro aislados	R
Esfera y péndulo eléctrico	R
Electroscopio de pan de oro [Bennet]	R
Electroscopio de cuadrante	R
Esfera hueca y plano de prueba	R
[Manga de Faraday]	R
Esfera y hemisferios huecos	R
Jaula de Faraday	
Esferas aisladas sobre corredera	R
Máquina de Guericke	
Máquina de Ramsden	R
Máquina de Nairne	R
Máquina hidroeléctrica de Armstrong	R
Electróforo	R
Máquina de Holtz	R
Máquina de Carré	R
Máquina de Wimshurst	R
Repique eléctrico	R
Granizo eléctrico	R
Danza eléctrica	
[Molinete eléctrico]	R
Viento eléctrico	R
Globo centelleante	R
Tubo centelleante	R
Cuadro centelleante	R

Condensador de Aepinus	R
Excitador simple	
Excitador de mangos de vidrio	R
Excitador universal	R
Cuadro fulminante	R
Botella de Leyden	R
Botella de repique	R
Torta de resina	R
Batería eléctrica de jarras	R
Batería eléctrica de jarras, excitador universal y excitador de mangos de vidrio	R
Electrómetro condensador de Volta	R
Taladravidrios	R
Mortero eléctrico	R
Termómetro de Kinnersley	R
Huevo eléctrico	R
Pistolete de Volta	R
Eudiómetro	R
Eudiómetro de agua	R
Pinzas para la experiencia de Galvani	R
Pila de Volta	R
Pila de tazas (Volta)	R
Pila de artesa	R
Pila de Wollaston	R
Pila de Hare	R
Pila seca de Zamboni	R
Electroscopio de Bohnenberger	R
Pila de Daniell	R
Pila de Callaud	R
Pila de Grove	R
Pila de Bunsen	R
Pila de Leclanché	R
Pila de bicromato potásico	R
Acumulador de Planté	R
Acumulador de Fauré	
Soporte de Obelliane para corrientes móviles	R
Aparato de corrientes angulares	R
Imán	R
Aguja imantada	R

Haz magnético	R
Piedra imán armada	R
Brújula de declinación (Gambey)	R
Brújula de inclinación	R
Agujas astáticas	R
Brújula marina	R
Aparato de Oersted	R
Electroimán	R
Electroimán cargado	R
Aparato de Faraday: magnetismo y diamagnetismo	R
Multiplificador	EM
Galvanómetro de Nobili	R
Galvanómetro diferencial	
Brújula de senos	R
Aparato de Seebeck: termoelectricidad	R
Pilas termoeléctricas	
Carrete de inducción	R
Aparato de Arago (inducción en disco giratorio)	R
Carrete de Ruhmkorff	R
Carrete de Ruhmkorff y batería de jarras	R
Máquina de Pixii	
Máquina de Clarke	R
Máquina de la Alianza (Nollet)	
Carrete de Siemens	R
Máquina de Gramme de gabinete	R
Arco voltaico	R
Huevo eléctrico	R
Tubo de Geissler	R
Voltámetro	R
Aparato para electrolisis de sales	R
Telégrafo de cuadrante (Breguet)	R
Timbre eléctrico	R
Manipulador Morse	R
Receptor Morse	R
Teléfono (Bell)	R
Teléfono (Ader)	R
Teléfono Edison	R
Micrófono Hughes	R

Micrófono Ader	R
Lámpara de arco	R
Regulador de lámpara de arco	E
Bujía de Jablochhoff	R
Lámparas de incandescencia	R
Aparato de galvanoplastia	R
Motores eléctricos	
Anemómetro de Robinson	R
Higrómetro de Brunner	R
Higrómetro de Saussure	R
Higrómetro de Daniell	R
Higrómetro de Regnault	R
Psicrómetro	R
Pluviómetro o udiómetro	R
Electroscopio para electricidad atmosférica	R
Electroscopio de Peltier	R
Modelo de casa con pararrayos	R

MIR PEÑA (1925)

Instrumento	Tipo
Submarino	F
	S
Metro tipo	R
Nonio	F
Empleo del nonio	F
Catetómetro	R
Esferómetro	R
Nonio de ángulos	F
	6S
Probeta: medida del volumen de un cuerpo irregular	R
Vejiga para comprobar la expansibilidad del aire (con máq. Neumática)	
Montaje para mostrar la expansibilidad del aire: máq. Neumática y miscelánea	R
Aparato para comprobar expansión de los gases	R
Montaje: cubeta y	R

campana con vela; Impenetrabilidad	
Campana de los buzos	R
Escafandro	R
Campana, recipiente y madera lastrada (porosidad)	R
	3R
Aparato para medir torsión en varillas	R
	E
Endosmómetro	R
Dializador	R
	F
Planos de Magdeburgo	
Armazón para figuras de Plateau	F
Aros para experiencias de tensión superficial	R
Tubos capilares	F
Tubos capilares	F
[Láminas de Hauksbee]	
Tribómetro	F
Cojinete de bolas	F
Dinamómetro de resorte	F
Dinamómetro de flejes	F
Dinamómetro de platillo [báscula]	R
	E
	EM
	S
Aparato de Delaunay (paralelogramo)	R
	E
	R
	S
Aeroplanos	R
	3S
Resultante de fuerzas paralelas de igual sentido: dinamómetro, barra y pesas	E
	2S
Fuerzas cruzadas: bicicleta	R
	S
Timón de navegación (buques)	S
	2R
Hélices propulsoras	R
	S

Ejercicio	R
Ejercicio	R
Plomada	F
	S
Elipsoides en equilibrio estable e inestable y esfera	R
Tentemozo	R
Lápiz con navajas en equilibrio	R
Experiencia de Jolly: balanza sensible	E
Frasco de las densidades	R
Tubo de Newton	R
	R
Martillo de agua	R
Luz estroboscópica y fotografía: caída de los cuerpos	F
Máquina de Atwood	F
Máquina de Atwood: accesorio	F
Péndulo	EM
Aparato para las leyes del péndulo	R
Péndulo de Foucault	F
	R
	3S
Aparato de Gravesande: mov. Parabólico	R
	S
Aparato de fuerzas centrales	R
Aparato de fuerzas centrales: accesorio	R
Aplastamiento de meridianos	R
Transmisión no instantánea del movimiento	R
Ap. Choque elástico	F
Ap. Transmisión del mov.	R
	S
Ap. Choque oblicuo	R
	3R
	S
Plano inclinado	E
	4EM
Tijeras (Primer género)	R
Cascanueces (2°)	R

Brazo humano (3°)	F
Cerradura y llave	R
	R
	S
Balanza	F
	S
Balanza sensible	F
Balanza de Roberval	R
Romana	F
Báscula	E
Polea fija	R
polea móvil	EM
Torno	R
	S
Cabrestante	R
	S
Modelo de Tornillo	F
Cuña	EM
Ap. Combinación de palancas	F
Polipasto	R
Cabria	R
Grúa	
Modelo de engranajes a 45°	R
Modelo de engranajes rectos	R
Modelo de tornillo sin fin	R
Cric o gato	
Cuerda sin fin	
Combinación de palancas	F
Presión de los líquidos	E
Ap. Empuje de los líquidos	E
Ap. Aumento de presión con la profundidad	F
Aparato de Haldat	R
Tonel de Pascal	R
Ap. Presión lateral	F
	2E
Ap. Principio de Pascal	R
Prensa hidráulica	R
Ascensor hidráulico	E
Vasos comunicantes	E
Vasos comunicantes	E
	F
Nivel de agua	R

	S
Cilindro, princ. Arquímedes	R
	EM
	F
	EM
Balandro de regatas (c.d.g.)	R
Areómetros de Baumé	F
Submarinos	F
	R
	E
Ap. Velocidad de la vena líquida [frasco de Mariotte]	R
Molinete hidráulico	
[Trompa de agua]	
Rueda hidráulica (mov. Inferior)	R
Rueda hidráulica (mov. superior)	R
Rodete	R
Turbina	R
Eslabón neumático	R
Ap. Transmisión de la presión en todas direcciones	R
Vaso con agua y papel	R
Rompevejigas	R
Tubo de Torricelli (experiencia)	R
Barómetro de Fortin	F
Barómetro de cubeta	
Barómetro de escala móvil	R
Barómetro de sifón (Gay-Lussac)	R
Barómetro de Bourdon	F
Barómetro de Vidi	F
Barómetro registrador (de Richard)	E
	S
Manómetro de aire libre	F
Manómetro de Bourdon	
Ap. Ley de Boyle-Mariotte	R
Baroscopio	
Aeróstato	F
Paracaídas	F
	S
Globo dirigible	E

Globo Zeppelin	R
Máquina neumática de cilindro	F
Máquina neumática de cilindro	R
Máquina neumática de Gaede	F
Máquina neumática de Gaede	R
Trompa aspirante de agua (Alverniat)	F
Trompa de aspiración de vapor de mercurio	E
Bomba de compresión	E
Freno de aire comprimido	E
Bomba aspirante	E
Bomba impelente	E
Bomba centrífuga	E
Bomba aspirante-impelente	
Sifón	E
Pipeta [de laboratorio]	R
Aparato de Tyndall	R
Conversión del calor en energía mec.	E
Dilatómetro de cuadrante	R
Dilatómetro de gases	R
Construcción del termómetro	R
Ap. Para determinar el 0	R
Ap. Para determinar el 100	R
Termómetro de alcohol	
Termómetro de gasolina	
Termómetro de máxima y mínima	R
Termómetro metálico	E
Termómetro registrador	E
Torta de cera (dif. de calor esp. en sólidos)	R
Calorímetro de Berthelot	R
Ap. Para medir el coef. de dilatación en sólidos	R
Balancín de compensación (relojes)	E
Aparato de Hope (Máxima densidad del agua)	R
Ap. Medida coef dilatación en gases	E

Termómetro de hidrógeno	F
Balanza con globo para pesar gases	E
Rehielo	R
Ap. Para verificar la vaporización en el vacío	R
Ap. Igualdad de tensión de un vapor en gas y en vacío	F
Autoclave	F
Marmita de familia	F
	E
Aparato de Linde	E
Alambique	R
Ap. Equivalente mecánico del calor (Joule)	R
	R
	E
Caldera de circulación	F
Caldera ordinaria	F
Distribuidor de vapor	R
Distribuidor de vapor	R
Regulador centrífugo	R
Máquina de vapor	E
	R
Locomotora	R
Turbina de vapor	R
Estructura de las turbinas	E
Motor de explosión ordinario	E
Fotografía de barco de vapor	R
Motor de varios cilindros	F
Motor rotatorio	R
Automóvil	F
Cigüeñal para cuatro cilindros	R
Caja de cambios	F
Diferencial	R
Carburador	E
Encendedor de alta tensión	E
Conductibilidad	R
Ap. mala conductibilidad de los líquidos	R
Acción de las telas metálicas en la llama	R

Aparato para mostrar la convección	R
Estufa doméstica	R
Psicrómetro	R
	2S
Vibraciones de una varilla	E
Comprobación del movimiento vibratorio	R
Cuerda vibrante	R
Cápsula manométrica	E
Llamas oscilantes	S
Timbre y campana de vacío	R
	3S
Sirena	R
Contador de la sirena	F
Ap. Estudio gráfico del sonido	F
Gráficas de vibraciones	F
	2S
Sonómetro	R
	3S
Diapasón en caja de resonancia	R
Placa sonora	R
Tubos sonoros	E
Analizador [de Koenig]	R
	R
Fonógrafo	E
Fonógrafo	E
	F
	2S
Fotómetro de Bunsen	F
	S
Semicírculo graduado: reflexión [Silberman]	F
	3S
Círculo graduado: refracción	EM
	3S
Aparato de Grimsehl: reflexión total	F
	2S
	R
	F
	EM
Refracción en lámina plano paralela	EM
Refracción en prisma	EM

Reflexión total en prisma	S
Láminas de vidrio para obs interferencias	R
	2S
Espato de Islandia	R
Espato de Islandia	E
Prisma de Nicol	EM
	5S
Espejos para polarización por reflexión	EM
Lentes convergentes	E
Lentes divergentes	E
Foco principal (L convergente)	S
Plano focal (L convergente)	S
	S
Focos conjugados (L convergente)	S
Foco virtual (L convergente)	S
Imagen real (L convergente)	S
Imagen virtual (L convergente)	S
Construcción de la imagen virtual (L convergente)	S
Foco principal (L divergente)	S
Imágenes en lentes divergentes	S
Construcción de la imagen (L divergente)	S
Imágenes en los espejos planos	S
Construcción de la imagen (E plano)	S
Espejos angulares	S
Foco principal (E convexo)	S
Foco conjugado	S
	S
Determinación del foco principal (E convexo)	S
Determinación del foco conjugado (E convexo)	S
Construcción de la imagen (E convexo)	S
Foco principal (E cóncavo)	S
Determinación del foco principal	S

Determinación del foco conjugado	S
Determinación del foco virtual	S
Construcción de la imagen real	S
Construcción de la imagen virtual	S
Espejo parabólico	S
	EM
Recomposición de la luz (prismas)	S
Aparato de siete espejos (recomp de la luz)	
Disco de Newton	R
	R
	2S
Prisma acromático	S
Lente acromática	E
Espectroscopio [Kirchhoff y Bunsen]	EM
Espectroscopio de visión directa	EM
Espectroscopio [Kirchhoff y Bunsen]	R
	2R
	S
Radiómetro [de Crookes]	R
Radiómetro y espejo parabólico	F
Cámara oscura	E
	E
Estereoscopio	S
	S
Microscopio simple	EM
Microscopio compuesto	S
Microscopio compuesto	R
Campo del microscopio	S
Ultramicroscopio Zeiss	S
Ultramicroscopio Zeiss	S
	R
Anteojo astronómico	S
Anteojo de Galileo	S
Anteojo de terrestre	
Anteojo de prismas Zeiss	R
Telescopio de Newton	EM
Linterna de proyecciones	EM

Microscopio solar	E
	R
Periscopio	R
Cámara fotográfica	R
Objetivo fotográfico	E
Cinematógrafo	
Imanes	R
Aguja magnética	R
Brújula de declinación	R
Brújula de inclinación	R
	S
Balanza magnética	F
	R
Espectro magnético (limaduras)	F
Líneas de fuerza en imán	EM
Aguja magnética	EM
	S
	S
Piezas de hierro dulce imantadas	R
	F
Imán artificial armado	R
División de un imán	S
	3S
Péndulo eléctrico	R
	R
Electroscopio de panes de oro	R
Esfera hueca de Coulomb [o Cavendish o Biot]	R
Cilindro y cono conductores	F
	R
Conductores aislados	R
Péndulo eléctrico	F
Pantalla eléctrica	EM
Electróforo	EM
Máquina de Toepler-Holtz	EM
Máquina de Toepler-Holtz	R
	E
Voltímetro electrostático	R
Condensador	EM
Botella de Leyden	R
Batería eléctrica	

Excitador de mangos de vidrio	
Pararrayos	
Tubos de Geissler	
	E
Pila de Volta	R
Pila de Volta	R
	R
	2S
	R
Voltámetro	R
Aparato niquelado galvánico	R
Acumulador	R
Pila Daniell	EM
Pila Grenet o de bicromato	R
Pila Leclanché	R
Pila Bunsen	
Pila Féry	
Pila seca	
Pila de Weston	F
	2EM
	R
	S
Círculo móvil	R
Galvanómetro de imán móvil	R
Galvanómetro de precisión	R
Amperímetro	F
	S
Solenoides	EM
Solenoides (líneas de fuerza)	R
Solenoides	EM
Solenoides suspendidos	R
Electroimán	EM
Electroimán con armadura	E
Timbre eléctrico	R
Pulsador del timbre	R
	E
	R
Transmisor Morse	R
Receptor Morse	F
Receptor de palanca	R
Telégrafo Hughes	
Receptor Thomson	

Relé	R
	E
	R
	3S
Pilas en serie	R
Pilas en batería	R
Puente de Wheatstone	S
Caja de resistencias	EM
	2S
Lámpara de incandescencia	R
Montaje de lámparas	S
Lámpara de arco	R
Regulador de lámpara de arco	F
Lámpara de fluorina	
Lámpara de vapor de mercurio	
Lámpara de rayos ultravioletados	
Horno eléctrico	R
Vatímetro (contador de electricidad)	F
Par termoeléctrico [Seebeck]	R
Pila termoeléctrica	E
	R
Bobina de inducción de Faraday	R
	EM
Dinamo	
	4S
Alternador	EM
Alternador	R
Conmutador	E
Inducido de tambor	F
Inducido de anillo	E
Dinamo	EM
Dinamo	EM
Dinamo	EM
Dinamo	R
Aparato corrientes Foucault	R
Disco de Foucault	F
Dinamotor	E
Tranvía eléctrico	E
Caja de engranajes del tranvía	R
Motor asíncrono	S
Transformador	E

Transformador	F
Transformador	R
	2S
Carrete de Ruhmkorff	EM
Interruptor electrolítico (del carrete)	R
Rectificador de corriente	R
Uso del rectificador	S
Micrófono	S
Teléfono	S
Transmisor telefónico	F
Receptor telefónico	F
Ap de resonancia eléctrica	F
Aparato de Tesla	S
Aparato de Tesla	R
Antena (radiotelegrafía)	F
Detector de galena (radiotelegrafía)	
Detector de lámpara (radiotelegrafía)	S
Amplificador (radiotelegrafía)	R
	S
Teléfono receptor (radiotelegrafía)	R
	4S
Condensador graduable (radiotelefonía)	E
Condensador graduable (radiotelefonía)	E
	S
Receptores de alta voz (radiotelefonía)	
Tubo de Geissler	R
Tubo de Crookes (cruz de Malta)	R
Tubo de Crookes (poder calorífico)	R
Tubo de Crookes (desviación de los rayos por el imán)	R
	R
Tubo focus (R-X)	F
Radiofotografía [radiografía]	F
	R
Espintaroscopio	
	S

ÍNDICE

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	12
1.1. EL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA FÍSICA	13
1.2. LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	15
1.3. EL OBJETO DE NUESTRA INVESTIGACIÓN	18
1.4. MANUALES E INSTRUMENTOS ANTIGUOS COMO PARTE DEL PATRIMONIO	20
1.5. INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN	12
1.6. OBJETIVOS	23
1.7. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO	24
1.8. PRESENTACIÓN DEL DESARROLLO DEL TRABAJO	28
CAPÍTULO 2. CONTEXTO HISTÓRICO. LA IRRUPCIÓN DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL EN ESPAÑA	30
2.1. LA NUEVA FÍSICA	31
2.2. CONTEXTO DISCIPLINAR. EL CAMBIO DE ORIENTACIÓN	35
2.3. LA NUEVA FÍSICA EN ESPAÑA. EL CONTEXTO INSTITUCIONAL	41
2.4. LOS PLANES DE ESTUDIO	44
2.5. PROGRAMAS, MANUALES Y GABINETES	50
CAPÍTULO 3. MANUALES Y GABINETES EN LA ESPAÑA DEL XIX	58
3.1. LOS MANUALES: EL SISTEMA DE LISTAS	59
3.2. LAS LISTAS DE LIBROS DE FÍSICA	61
3.3. UN CAMBIO DE POLÍTICA EDUCATIVA. LA LIBERTAD DE TEXTOS	63
3.4. LOS INSTRUMENTOS. LAS LISTAS RECOMENDADAS	67
3.5. LA FABRICACIÓN DE INSTRUMENTOS EN ESPAÑA	69
3.6. INSTRUMENTOS DE MANUAL – INSTRUMENTOS DE CATÁLOGO	71

3.7. MANUALES E INSTRUMENTOS: SU USO EN LA ENSEÑANZA	73
3.8. RELACIONES TRIPARTITAS: MANUALES-INSTRUMENTOS-CATÁLOGOS	77
3.9. MUESTRA DE MANUALES QUE VAN A SER ESTUDIADOS	78

CAPÍTULO 4.- LOS INSTRUMENTOS EN LOS MANUALES DE FÍSICA ANTIGUOS	82
4.1. CARÁCTER EXPERIMENTAL E INSTRUMENTOS EN MANUALES	84
4.2. LA EXPOSICIÓN EN MANUALES. ELEMENTOS DEL DISCURSO	86
4.3. TIPO DE INSTRUMENTO Y ELEMENTOS EXPOSITIVOS	88
4.4. LAS ILUSTRACIONES EN LOS MANUALES	93
4.5. LA PRESENCIA DE ILUSTRACIONES DE INSTRUMENTOS. RESULTADOS	97
4.6. ANÁLISIS ICONOGRÁFICO DE ILUSTRACIONES EN MANUALES. RESULTADOS	99
4.7. CARÁCTER EXPERIMENTAL DE UN MANUAL. ÍNDICE GLOBAL	103
4.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	108
4.9. ESTUDIO DE MANUALES A MICROESCALA	110

CAPÍTULO 5. LOS INSTRUMENTOS EN LOS GABINETES ESCOLARES	112
5. 1. EXPERIMENTALISMO Y EXPERIMENTOS	113
5. 2. EL MATERIAL EXISTENTE EN GABINETES	116
5. 3. TIPOS DE INSTRUMENTOS. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN	117
5. 4. TIPOS DE INSTRUMENTOS Y TIPOS DE PRÁCTICAS	122
5. 5. APLICACIÓN DEL ESQUEMA CLASIFICATORIO A COLECCIONES DE INSTRUMENTOS	125
5.6. LAS COLECCIONES MODERNAS. UN CAMBIO DE CONCEPCIÓN	132
5.7. INSTRUMENTOS DE MANUALES – INSTRUMENTOS DE GABINETES	138
5.8. APLICACIÓN DEL ESQUEMA A MANUALES	140
5.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	143

CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE CASO: EL GABINETE DE FÍSICA DEL I.E.S. “P. SUÁREZ” DE GRANADA	148
6.1. EL INSTITUTO DE GRANADA. CREACIÓN Y DESARROLLO HISTÓRICO	149
6.2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA COLECCIÓN	152
6.3. LA ENSEÑANZA REAL	158
6.4. INVENTARIADO DE LA COLECCIÓN	162
6.5. APLICACIÓN DEL ESQUEMA CLASIFICATORIO A LA COLECCIÓN DEL INSTITUTO DE GRANADA	168
6.6. PROPUESTAS DE USO DE LA COLECCIÓN	170
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	176
7.1. REFLEXIONES FINALES	177
7.2. ACCIONES DE INVESTIGACIÓN LLEVADAS A CABO	178
7.3. RESPUESTAS A LOS INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN INICIALES	180
7.4. CONCLUSIONES GENERALES	182
7.5. PERSPECTIVAS ABIERTAS	184
BIBLIOGRAFÍA	186
ANEXOS	198