

————— *Artículo original* —————

Colección histórica de instrumentos científicos del Museo de la Farmacia Hispana de la Facultad de Farmacia de Madrid *

ADRIÁN GARCÍA DE MARINA BAYO

RESUMEN

La colección histórica de instrumentos científicos del Museo de la Farmacia Hispana de la Facultad de Farmacia de Madrid (Universidad Complutense de Madrid) consta de 453 ejemplares, agrupados en 349 conjuntos instrumentales o instrumentos y 74 accesorios o partes de los mismos, conjunto ordenado en 27 secciones.

Todos ellos se encuentran en la actualidad en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid: algunos proceden de su precursora, la Universidad Central, y otros del Colegio de San Fernando. En la colección hemos podido constatar que existen asimismo instrumentos donados por distintas instituciones y particulares.

En el trabajo se recogen los instrumentos científicos desde la creación, en 1892, de la Cátedra de Aparatos de Física aplicada a la Farmacia. Por ello, esta colección de instrumentos de Farmacia, Físico-Química y Análisis Instrumental Farmacéutico es singular y de enorme valor científico, didáctico y museístico.

Predominan entre todos, los instrumentos ópticos sobre los eléctricos, englobando la colección un número de aparatos suficientemente importante como para aseverar el alto nivel que tenían los estudios de Farmacia de la época. Por otra parte, la conservación de dicha colección resulta una herramienta de inmensurable utilidad con fines históricos.

En la colección dominan los equipos físicos para investigación sobre los de docencia, con un 13,9 por 100 de equipos eléctricos, frente a un 28,1 por 100

* Premio Carlos del Castillo Leiva 2003.

de equipos ópticos, todos ellos utilizados por varias generaciones de estudiantes de Farmacia y por profesionales farmacéuticos y de otras ramas.

La colección se basa en Técnica Física y explica el nivel de esta disciplina. El objetivo del trabajo ha sido contribuir al catálogo del Museo de la Farmacia Hispana; los instrumentos expuestos, no sólo se han descrito, sino que se han estudiado y catalogado.

Palabras clave: Instrumentos.— Científicos.— Museo.— Farmacia.

ABSTRACT

**Historical collection of scientific instruments from
Spanish Pharmacy Museum of the Faculty of Pharmacy of Madrid**

The collection has 453 pieces grouped on 349 instrumental units or stand alone instruments plus 74 accessories or instrument parts sorted on 27 chapters; and belong to the University Complutense.

All of them are settled now on Faculty of Pharmacy, Complutense University, Madrid; some come from its preceding Central University and others from San Fernando College. On the collection we have verify 74 instruments given by different institutions or individuals.

On this paper are described scientific instruments from passed branch of study «Physical Instruments Applied to Pharmacy» («Cátedra de aparatos de Física aplicada a la Farmacia») born at 1892. Therefore this Pharmacy, Physic-Chemistry and Pharmaceutical Instrumental Analysis instrument collection is singular and has an outstanding, scientific, teaching and museum value.

Optical instruments domain over electrical instruments, having whole collection enough apparatus to can sure the high level of Pharmacy studies on the past. Indeed, this collection preservation results a valuable tool for historical purposes.

On collection are more research physical equipments over teaching equipments. There is 13,9% of electrical equipments versus 28,1% of optical equipments, all of them used by several Pharmacy students generations, pharmaceutical and other professionals.

The collection is based on Technical Physics and explains very well this discipline level. Work approach has been to contribute to Spanish Pharmacy Museum Catalogue. Included instruments have been described and indeed studied y catalogued.

Key words: Instruments.— Scientific.— Museum.— Pharmacy.

La colección histórica de instrumentos científicos del Museo de la Farmacia Hispana de la Facultad de Farmacia de Madrid (Univer-

sidad Complutense de Madrid) consta de 453 ejemplares, agrupados en 349 conjuntos instrumentales o instrumentos y 74 accesorios o partes de los mismos (1). La clasificación y ordenación de dichos instrumentos en 27 secciones se ha realizado, en primer lugar, conforme a los dos textos de don Ramón Portillo (2, 3), quien fue catedrático de Técnica Física y Físico-Química de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, subordinando de esta forma los aparatos y accesorios que responden netamente a fines analíticos, lo que podríamos llamar «*Técnicas Instrumentales*». Además, en la colección existen otros instrumentos que se han clasificado conforme a los tratados clásicos de Dorronsoro y Celayeta (4) y de Fors y Cornet (5). Con dichos criterios se ha vertebrado una estructura primaria suficientemente consistente, posteriormente confirmada y verificada con el enquiridión de Fausto Garagarza (6) y complementada en algunos aspectos con la concurrencia de textos auxiliares antiguos, como los de Henri Buignet (7) y de Ignacio González Martí (8), y modernos, como los de Douglas A. Skoog (9) y Benito del Castillo (10, 11). Asimismo, en la confirmación positiva de los instrumentos, han jugado un papel fundamental, como no podía ser de otra manera, la publicación sobre el Museo de la Farmacia Hispana (12) y otra obra pareja, con el mismo fin respecto con los instrumentos existentes en el Gabinete de Física de la Universidad italiana de Urbino (13). Por último, han sido de extraordinaria utilidad los catálogos *Leybold* de 1899 (14) y *Lautenschläger* de 1907 (15). Con todo ello, las 27 secciones clasificatorias compendian dichos 453 instrumentos y accesorios de la colección histórica de instrumentos científicos del Museo de la Farmacia Hispana de la Facultad de Farmacia de Madrid de la siguiente forma, como se observa en las siguientes tablas y figuras:

TABLA 1. *Instrumentos físicos*

Sección	Instrumentos	Accesorios	% sección
INSTRUMENTOS FÍSICOS			
1. Fuentes de energía eléctrica	8	0	1,9%
2. Instrumentos de medida eléctrica	21	0	5,0%
3. Circuitos e instrumentos electrónicos	1	0	0,2%
4. Potenciales electródicos, potenciometría y pH	20	2	5,2%
5. Polarografía	2	0	0,5%
6. Conductim., electrogravim. y culombimetría	4	1	1,2%
7. Técnicas electroforéticas y de separación	5	0	1,2%
8. Fuentes y detectores de energía radiante	11	0	2,6%
9. Óptica geométrica y microscopía óptica	23	13	8,5%
10. Métodos refractométricos	8	3	2,6%
11. Polarimetría y sacarimetría	9	9	4,3%
12. Absorción y emisión	33	10	10,2%
13. Técnicas de rayos X	8	0	1,9%
14. Instrumental fotográfico	9	2	2,6%
15. Métodos radiométricos y nucleares	2	0	0,5%
16. Instrumentos de calentamiento y termostáticos	29	0	6,9%
17. Instrumentos presión	26	0	6,1%
18. Separación de mezclas homogéneas	5	0	1,2%
19. Separación de mezclas heterogéneas I	0	5	1,2%
20. Separación de mezclas heterogéneas II	3	2	1,2%
21. Longitud, superficie, volumen, tiempo	5	0	1,2%
22. Medidas de masas	44	2	10,9%
23. Determinación de densidades	33	1	8,0%
24. Medidas de temperatura	26	1	6,4%
25. Presión, tensión de vapor, grado higrométrico	7	0	1,7%
26. Tensión superficial y viscosidad	6	2	1,9%
27. Instrumentos de uso general en el laboratorio	1	21	5,2%
Total instrumentos y partes	349	74	100%

GRÁFICO 1. *Instrumentos físicos*

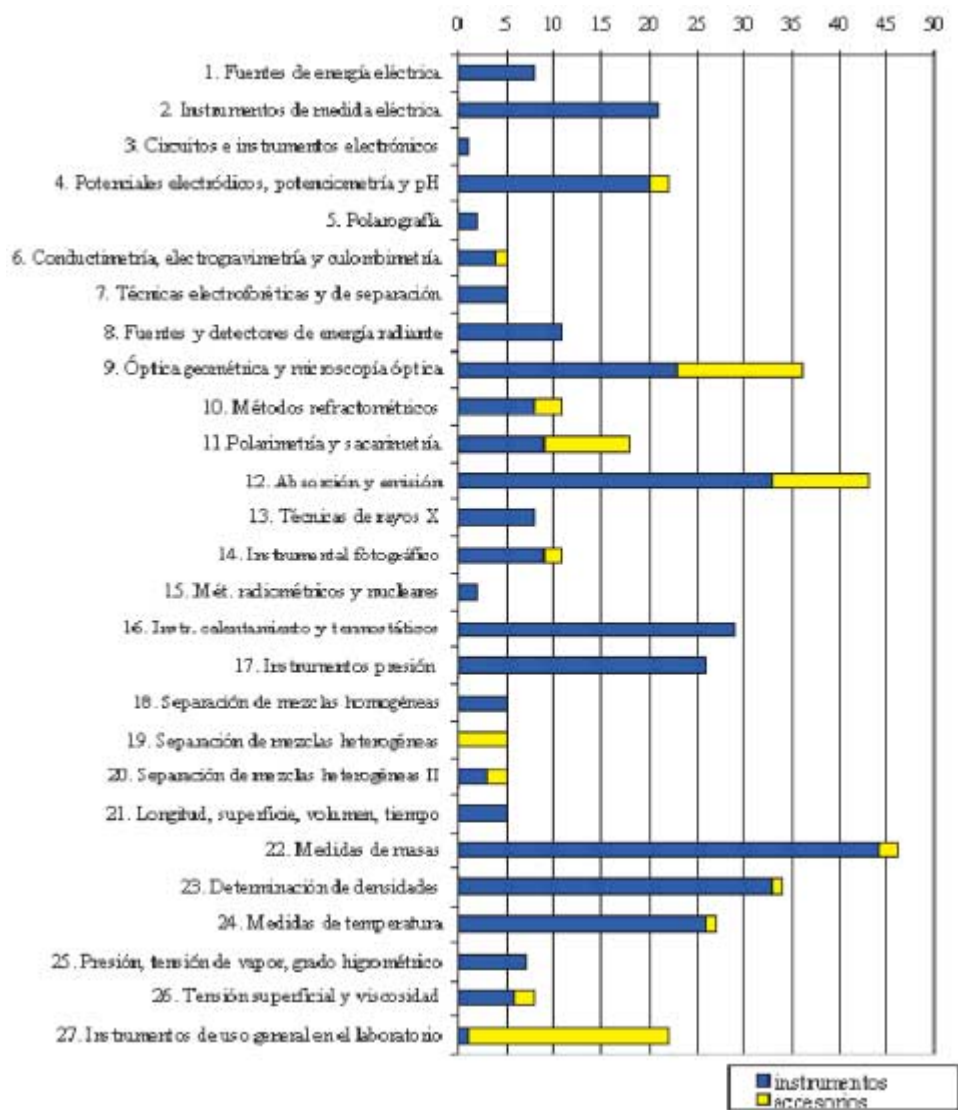
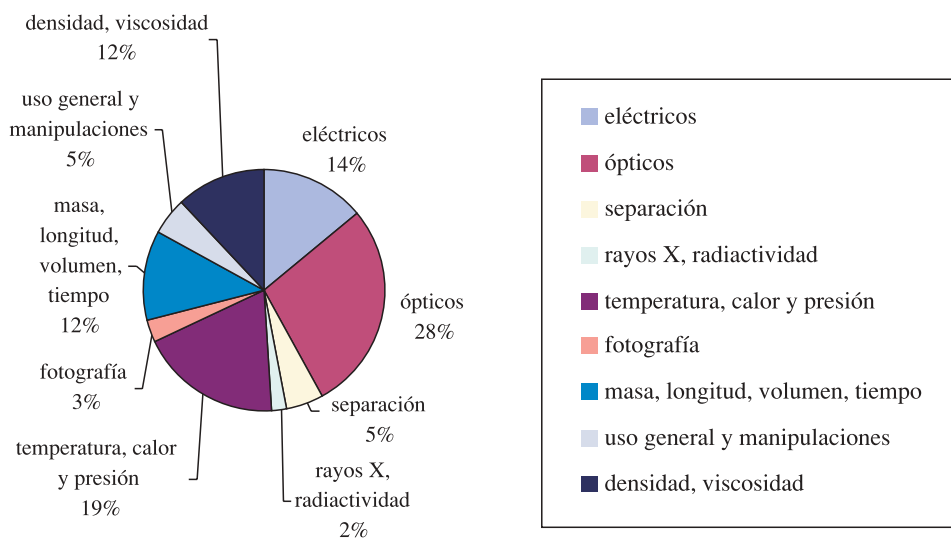


TABLA 2. *Grupos instrumentales*

Grupo instrumental	Instrumento	Accesorios	%
Eléctricos	56	3	13,9%
Ópticos	84	35	28,1%
Separación	13	7	4,7%
Rayos X, radiactividad	10	0	2,4%
Temperatura, calor y presión	81	1	19,4%
Fotografía	9	2	12,1%
Masa, longitud, volumen, tiempo	49	2	12,1%
Uso general y manipulaciones	1	21	5,2%
Densidad, viscosidad	46	3	11,6%
Total instrumentos y accesorios	349	74	100%

GRÁFICO 2. *Grupos instrumentales*

Todos los instrumentos y equipos citados se encuentran en la actualidad en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, algunos proceden de su precursora, la Universidad Central (16) y otros, del Colegio de San Fernando (17). En la colección estudiada hemos podido constatar que existen numerosos instrumentos donados por distintas instituciones y particulares.

Los métodos instrumentales sobre los que se sustentan la mayor parte de esta colección histórica de instrumentos científicos son procedimientos de análisis químico, basados en las medidas que proporciona un equipo, instrumento o conjunto de piezas eléctricas o mecánicas y su posterior interpretación, a fin de determinar qué compuestos contiene una muestra (métodos cualitativos) y su concentración (métodos cuantitativos). Los métodos instrumentales de análisis poseen sobre los métodos clásicos de análisis, entre otras ventajas, una mayor sensibilidad, rapidez, selectividad, facilidad de manejo y automatización. Se pueden clasificar, en primera aproximación y generalizando, en métodos cuyo fundamento posee naturaleza óptica, eléctrica, térmica, radiométrica o de separación, surgiendo, por consiguiente y respectivamente, métodos analíticos ópticos, eléctricos, térmicos, radiométricos y de separación.

Antes del siglo xx, prácticamente todos los ensayos se realizaban por métodos clásicos, no instrumentales. Si bien a finales del siglo xviii y durante el siglo xix comenzaron a aparecer equipos sencillos para análisis fotométricos y electrogravimétricos (18), el análisis instrumental es propio y peculiar del siglo xx. Uno de los primeros equipos instrumentales fue el horno termostático, ideado por Cornelius Drebbel a finales del siglo xvi o la centrífuga de velocidad controlada, creada por James Watt en 1788. El desarrollo de la electrónica durante la Segunda Guerra Mundial y la irrupción de los ordenadores, abarató y popularizó los equipos instrumentales, que en casi todos los laboratorios han sustituido a los análisis clásicos. La instrumentación se desarrolló meteóricamente dentro del contexto de la revolución industrial durante los siglos xviii y xix (19), sobre todo en las técnicas de análisis de magnitudes, métodos eléctricos y análisis físicos. La utilización mayoritaria de la electricidad condujo a nuevos equipos, capaces de medir corriente, voltaje y resistencia. Asimismo, se desarrollaron los métodos analíticos basados en microscopios (20, 21) y espectroscopios (22), y el siglo xx fue tomando

sucesivamente la acepción de siglo de la física, de la química, de los aparatos precisos y exactos, de la electrónica y de la informática. El ordenador surgió en 1950 y pronto llegó a los laboratorios, generalizándose su uso en 1980; hoy es raro ver un equipo que no pueda volcar los resultados o ser controlado desde un ordenador. Éste, por su capacidad de procesar información y almacenarla, ha revolucionado los métodos instrumentales y ha permitido la comparación simultánea de varios análisis, el reprocesado de muestras y la disponibilidad de una gran cantidad de información, posibilitando tomar decisiones rápidas y alterar automáticamente el flujo de materiales dentro de una fábrica. Actualmente, en un laboratorio de análisis químico cualquiera, podemos hallar tres tipos de instrumentos: equipos generales de laboratorio (estufas, balanzas, pHmetros), equipos habituales (espectrofotómetros UV-VIS, cromatógrafos de gases y cromatógrafos de líquidos) y, por último, equipos específicos para los análisis que cada laboratorio realiza como especialidad.

Prescindiendo de la visión actual de los resultados instrumentales, habría que ponerse en el lugar, tiempo y circunstancias de quienes manejaron los instrumentos de nuestra colección, que comprende instrumentos científicos incluso anteriores a 1892, momento de la creación de la Cátedra de Física aplicada a la Farmacia, por parte de don Fausto Garagarza y Dugials, y posteriormente por sus sucesores. De hecho, la primera Cátedra de Físico-Química en la Universidad española surgió en la Facultad de Ciencias Químicas y fue detentada por el farmacéutico doctor Magín Bonet, con lo cual, un farmacéutico fue justamente el primer catedrático de Físico-Química de la Universidad española. Por ello, no es ningún aserto inverosímil que la colección de instrumentos de Farmacia, Físico-Química y Análisis Instrumental Farmacéutico existentes en nuestra Facultad sean singulares y de enorme valor científico, didáctico y museístico. Los analistas farmacéuticos españoles del siglo XIX alcanzaron un tremendo prestigio; tenemos que volver a citar enseguida al farmacéutico doctor Magín Bonet y Bonfill, Catedrático en Ciencias, quien creó una de las primeras escuelas analíticas en España, donde tuvo como discípulo a Juan Fagés y Virgili (1862-1911), doctor en Farmacia y Ciencias, quien fue Ayudante y Auxiliar en la Facultad de Farmacia y luego Catedrático de Análisis Químico de la Facultad de Ciencias de Madrid. Pero fue Antonio Moreno Ruiz

(1796-1865), Catedrático de Química del Colegio de San Fernando de Madrid quien, desde la docencia de la asignatura «Análisis químico de alimentos, bebidas y aguas minerales y sustancias venenosas», aunó, ya sin solución de continuidad, los fines analíticos con los docentes. A Moreno le sucedió Juan María Pou y Camps (1801-1865) en la enseñanza del Análisis Químico y a éste, a su vez, Manuel Rioz y Pedraja (1815-1887), Decano además de la Facultad de Farmacia y Rector de la Universidad Central de Madrid. Fausto Garagarza y Dugiols sucedió a Rioz, buscando igualar contenidos y medios en los laboratorios españoles con los europeos. En 1884 y 1885 surgieron las asignaturas «Teoría y Práctica de Física con aplicación a la Farmacia» y «Estudio de los instrumentos y aparatos de Física de aplicación a la Farmacia», donde la obra de Henri Buignet «Manipulations de Physique» como referente, establecería para los estudiantes de Farmacia la necesidad y obligación de conocer y utilizar aparatos de física en su ejercicio profesional, más detalladamente que un mero curso de Física General. Garagarza, Catedrático y Decano de la Facultad y director del Laboratorio Municipal de Madrid, perseveró en los pasos de Buignet y en 1892 publicó «Instrumentos y aparatos de Física de aplicación a la Farmacia», futuro y obligado libro de texto de alumnos de la carrera de Farmacia, sin descontar otros muchos profesionales. Al jubilarse Garagarza en 1900 a los setenta años, la asignatura pasó a denominarse «Técnica Física», asignatura que incorporaría la naciente Físico-Química. En 1931, tras haberse llamado entre 1928 y 1931 la asignatura «Complementos de Física y Aplicaciones de Física y de Química-Física», la tenemos como «Técnica Física aplicada a la Farmacia». El doctor José Casares Gil, catedrático de Técnica Física y de Análisis Químico, buscó la modernización de la asignatura, haciendo hincapié en que la utilización de los instrumentos físicos (polarímetros, espectroscopios, etc.) debían considerarse básicos para el ejercicio profesional de un licenciado en Farmacia. También Casares Gil publicó un libro clásico, su «Análisis Químico», del cual se hicieron diez ediciones, y «Técnica Física», con cuatro ediciones, obras básicas para varias generaciones de farmacéuticos. Los discípulos de Casares Gil, los doctores Román Casares López y Ramón Portillo Moyá-Angeler le sucedieron respectivamente en las cátedras de Análisis Químico y Técnica Física; fue don Ramón Portillo quien ostentó la cátedra de la asignatura llamada «Técnicas de las medidas físicas y

físico-químicas» y posteriormente, en 1944, «Técnica Física». El profesor doctor Ramón Portillo introdujo en España las técnicas polarográficas y le sucedió en 1968 el profesor doctor Manuel Ortega Mata, lo que supuso una verdadera renovación, que dio pie nominal y conceptualmente a las actuales «Técnicas instrumentales». En 1978, el profesor doctor Pablo Sanz, y en 1982 el profesor doctor Benito del Castillo continuaron la ardua tarea de seguir incorporando nuevos métodos instrumentales a la asignatura, contemplando la rápida evolución de la tecnología.

Predominan entre todos los instrumentos circunstantes y estudiados los instrumentos ópticos sobre los eléctricos, siendo aquellos más caros y sofisticados que éstos, lo que demuestra que los investigadores podían disfrutar de los mejores métodos instrumentales de análisis existentes. Podemos aseverar que los métodos eléctricos resultaban mayoritarios en los laboratorios de naciones europeas centroeuropeas y orientales, fuera de que requerían más presencia física del analista y esa mano de obra en esos países era marcadamente más barata que en las naciones occidentales. La colección de instrumentos científicos analizada en el trabajo engloba un número de instrumentos suficientemente importante como para poder afirmar el alto nivel que tenían los estudios de Farmacia de la época. Por otra parte, la conservación de dicha colección resulta una herramienta de inmensurable utilidad con fines históricos.

Analizando el número de equipos completos frente a aquellos modulares y equipos de didáctica de la Física, 349 y 74 respectivamente, se aprecia de forma palmaria el sesgo de la colección hacia los equipos completos (tabla 1), lo cual nos induce necesariamente a pensar y afirmar que había dinero para comprar equipos enteros. Queda dicho que José Casares Gil intentó evitar el retraso de la Física, que él mismo denunció, y llevar a la práctica la modernización didáctica de la Facultad de Farmacia.

En la colección, dominan palmariamente los equipos físicos para investigación sobre los de docencia. Hallamos un 13,9 por 100 de equipos eléctricos, frente a un 28,1 por 100 de equipos ópticos, pues la «influencia eléctrica» del doctor Portillo fue demasiado reciente, más próxima en el tiempo a nosotros que a los equipos de la colección y, sin duda, los instrumentos ópticos fueron y son más adecua-

dos a los fines farmacéuticos que los eléctricos, más propios a la Química-Física. Tanto el libro de Casares de 1924, como el de Portillo de 1963, fueron libros de texto para generaciones de estudiantes de Farmacia y de consulta de profesionales farmacéuticos y de otras ramas. Los 37 años de desfase entre ambos textos viabilizaron la inclusión en el texto de Portillo de nuevos capítulos sobre técnicas instrumentales más recientes, como la electroforesis y la cromatografía.

Por último, a modo de resumen y apéndice, se muestran los instrumentos más representativos de cada uno de los 27 apartados del trabajo.



FIGURA 1. *Máquina de Wimshurst, fabricada por Max Kohl AG Chemnitz [MFH 7588] (Capítulo 1 «Fuentes de energía eléctrica»).*



FIGURA 2. Carrete de Ruhmkorff fabricado por Arthur Preiffer [MFH LTI-038] (Capítulo 2, «Instrumentos de medida eléctrica y disposiciones accesorias»).



FIGURA 3. Oscilógrafo Matsushita Communication Industrial Co. Ltd. [MFH LTI-003] (Capítulo 3, «Circuitos e instrumentos electrónicos»).



FIGURA 4. *Potenciómetro Vereiniate Fabriken für Laboratoriumsbedarf Ges. M.b.H [MFH 8518] (Capítulo 4, «Potenciales electródicos y pilas electrolíticas, técnicas potenciométricas y de medida de pH»).*



FIGURA 5. *Galvanómetro de polarógrafo J. Nejedly [MFH 7592] en su caja (Capítulo 5, «Métodos eléctricos: polarografía y técnicas afines»).*



FIGURA 6. Caja de electrolisis Hartman & Braun para docencia [MFH LTI-057] (Capítulo 6, «Métodos conductimétricos, electrogravimétricos y culombimétricos»).



FIGURA 7. Equipo de electroforesis Boskamp Geräte- Bau K. G. Hersel b. [MFH 8521] (Capítulo 7, «Técnicas electroforéticas y de separación»).



FIGURA 8. *Escala de seis tubos para descarga de gases enrarecidos, fabricada por Eléctrica Sánchez [MFH LTI-037] (Capítulo 8, «Fuentes de energía radiante»).*



FIGURA 9. *Microscopio compuesto Adams, fabricado por Adams, G. Son [MFH 1042] (Capítulo 9, «Óptica geométrica y microscopía óptica»).*



FIGURA 10. *Refractómetro universal de M. R. Féry, fabricado por Ph Pellin [MFN 2987] (Capítulo 10, «Métodos refractométricos»).*



FIGURA 11. *Polarímetro de Lippich [MFH 3565] (Capítulo 11, «Métodos polarimétricos y sacarimétricos»).*



FIGURA 12. *Espectroscopio de Bunsen y Kirchhoff construido por Jules Duboscq & PH Pellin [MFH 8545] (Capítulo 12, «Espectroscopias atómicas y moleculares de absorción y emisión»).*



FIGURA 13. *Aparato portátil de rayos X fabricado por Laboratorio eléctrico de rayos X Sánchez [MFH LTI-103] (Capítulo 13, «Técnicas de rayos X»).*



FIGURA 14. *Cámara fotográfica para radiografías Photos [MFH 3531] (Capítulo 14, «Instrumental fotográfico»).*



FIGURA 15. *Contador de radiactividad [MFH 2774] (Capítulo 15, «Métodos radiométricos y fenómenos nucleares»).*



FIGURA 16. *Veinticuatro mecheros de Bunsen [MFH 3818] (Capítulo 16, «Instrumentos de calentamiento y de termostatación; determinación de magnitudes térmicas»).*



FIGURA 17. *Vacuómetro de McLeod, según Ubbelohde [MFH 3880] (Capítulo 17, «Instrumentos para modificar y estabilizar la presión»).*



FIGURA 18. *Alambique de Gay-Lussac par ensayos con vinos [MFH 2611]* (Capítulo 18, «Operaciones de purificación de sustancias: separación de mezclas homogéneas»).

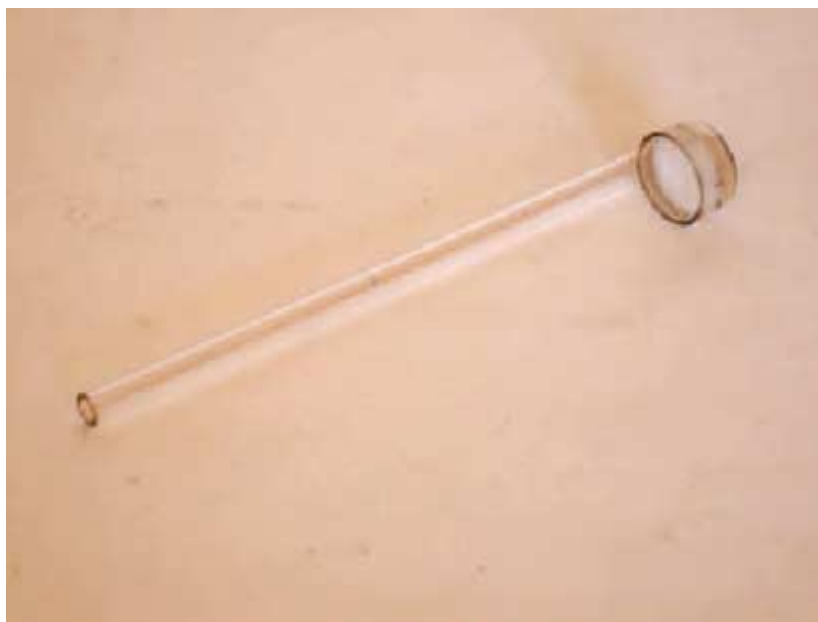


FIGURA 19. *Filtro de sílice [MFH LTI-123]* (Capítulo 19, «Operaciones de purificación de sustancias: separación de mezclas heterogéneas»).



FIGURA 20. *Centrífuga de pie con coraza protectora [MFH 8505]* (Capítulo 20, «Operaciones de purificación: otras técnicas de separación de mezclas heterogéneas»).



FIGURA 21. *Reloj de pulsos [MFH 7576]* (Capítulo 21, «Medidas de longitud, superficie, volumen y tiempo»).



FIGURA 22. *Balanza dosificadora de papelllos [MFH 1140] (Capítulo 22, «Medidas de masas»).*



FIGURA 23. *Cinco alcohómetros Gay-Lussac, fabricados por M. Salleron Du Jardín [MFH 3113] (Capítulo 23, «Determinación de densidades»).*



FIGURA 24. *Calorímetro de Berthelot, fabricado por M. Álvarez [MFH 4163] (Capítulo 24, «Medidas de temperatura»).*



FIGURA 25. *Higrómetro de Daniell [MFH 989] (Capítulo 25, «Medidas de presión, tensión de vapor y grado higrométrico»).*



FIGURA 26. *Tensiómetro de Nouy fabricado por Cemco Central Cientific Co [MFH 4069] (Capítulo 26, «Medidas de tensión superficial y viscosidades»).*



FIGURA 27. *Soporte [MFH 3932] (Capítulo 27, «Instrumentos y accesorios de uso general en el laboratorio»).*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) MICHELI, G. (1995): *Le origini di concetto di machina*. Firenze: Leo S. Olschki.
- (2) PORTILLO, R. (1963): *Introducción a los métodos instrumentales químico-analíticos*. Alcalá de Henares: Imprenta T. P. A. (Talleres Penitenciarios de Alcalá de Henares).
- (3) PORTILLO, R. (1957): *Operaciones y técnicas físicas de laboratorio*. Alcalá de Henares: Imprenta T. P. A. (Talleres Penitenciarios de Alcalá de Henares).
- (4) DORRONSORO Y CELAYETA, B. (1896): *Estudio de los instrumentos y aparatos de física de aplicación en Farmacia*. Madrid: Librería de Hernando y Cía.
- (5) FORS Y CORNET, R. (1876): *Tratado de Farmacia Operatoria*. Barcelona: Imprenta de la Renaixensa.
- (6) GARAGARZA, F. (1892): *Programa de la asignatura de instrumentos y aparatos de Física, de aplicación a la Farmacia*. Madrid: Librería de la Viuda de Hernando y Cía.
- (7) BUIGNET, H. (1877): *Manipulations de Physique. Cours de travaux pratiques*. París: Librairie J. B. Baillière et Fils.
- (8) GONZÁLEZ MARTÍ, I. (1912): *Tratado de Física General*, 2.^a ed., Madrid: Imprenta de Prudencio Pérez de Velasco.
- (9) SKOOG DOUGLAS, A.; WEST DONALD, M.; HOLLER F., J. (1996): *Fundamentals of Analytical Chemistry* 7th. ed. Fort Worth: Saunders College Publishing.
- (10) VALLS J. O.; DEL CASTILLO, B. (1985): *Técnicas instrumentales en Farmacia y Ciencias de la Salud*. Barcelona: Ed. Piros.
- (11) DEL CASTILLO, B. (1996): *El largo camino de los métodos luminiscentes, discurso de ingreso en la Real Academia de Farmacia, el 9 de mayo de 1996*. Madrid: Imprenta Closas Orcoyen.
- (12) CONSEJO SOCIAL DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (1993): *El Museo de la Farmacia Hispana*. Madrid: Gráfica Internacional.
- (13) VETRANO, F. (1996): *Il Gabinetto di Fisica dell'Università di Urbino: la sua Storia, il suo Museo*. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- (14) LEYBOLD'S NACHFOLGER (1899): *Einrichtungen und Apparate für den Physikalischen Unterricht*, 5.^a ed. Cöln: Ph. Gehly.
- (15) LAUTENSCHLÄGER, F. M. (1907): *Fabrik Wissenschaftlicher Apparate*, Katalog núm. 100. Berlin: Königlicher Hoflieferant.
- (16) VALLE LÓPEZ, ÁNGELA DEL (1990): *La Universidad Central y su distrito en el primer decenio de la Restauración Borbónica (1875-1885)*. Madrid, Consejo de Universidades.
- (17) VALLE LÓPEZ, ÁNGELA DEL (1988): *Aportación bibliográfica a la historia de la ciencia: Universidad Central 1886-1902*. Ed. Narcea, Madrid.
- (18) REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES (1987): *Curso de Conferencias sobre historia de la Física en el siglo XIX*. Madrid: publicación de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- (19) Teyler Museum (Haarlem) (1996): *Physical cabinet. The practice of science in the nineteenth century*. Haarlem: Teyler Museum.

- (20) *La ciencia de la luz* (1995), Barcelona: Prensa Científica, D. L., pág. 42.
- (21) CLAY REGINALD, S. (1932): *The History of the Microscope*. Londres. Charles Grifin and Company.
- (22) BROWN, O. (1987): *Microscopes*. Cambridge: Whipple Museum of the History of Science.