



Ampliación de espacios y saberes para la ciencia en España: la física, la química y las matemáticas en la JAE

Ana Romero de Pablos

Laboratorio de Química-Física del Instituto Nacional de Física y Química, Madrid, hacia 1935. Archivo General de la Administración, Alcalá de Henares, Madrid.



Acto de inauguración del Instituto Nacional de Física y Química, 1932. En el centro, rodeados de diversas personalidades de la ciencia española e internacional, Blas Cabrera, Fernando de los Ríos y Claudio Sánchez-Albornoz. Archivo Espasa Calpe, Madrid.

La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907), iniciativa estatal para promover la investigación científica en España, utilizó fundamentalmente dos instrumentos para conseguir sus fines: las becas (pensiones) para estudiar en el extranjero y la creación de nuevos centros de investigación donde incorporar a los investigadores formados fuera de nuestras fronteras.¹ En esta iniciativa, la JAE no hizo diferencias entre ciencias y humanidades, por lo que organizó y estructuró de manera similar todas las áreas de conocimiento.

La metáfora de utilizar la JAE como un gran laboratorio de experimentación, metáfora que permea todo el recorrido de la exposición a la que acompaña este catálogo, apoya y refuerza la idea que lleva consigo el concepto de ampliación. La necesidad de crecer y de crecer mirando hacia fuera, de sumar e incorporar nuevos conocimientos, es algo implícito a todo proceso llevado a cabo en cualquier laboratorio. Pero ese crecimiento precisa también de una estructura interna donde anclar esos conocimientos adquiridos. Este viaje de ida y vuelta realizado por tantos investigadores ligados a la JAE tiene unos espacios protagonistas —en el inicio, el Laboratorio de Investigaciones Físicas; en la llegada, el Instituto Nacional de Física y Química—, y otros protagonistas —investigadores, instrumentos, técnicas experimentales, etc.— que dotaron de vida esos espacios.

La física, la química y las matemáticas fueron áreas de conocimiento primordiales para la JAE.² El número de pensiones —solicitadas y concedidas— y las dotaciones económicas dedicadas a equipar los laboratorios así lo atestiguan. A través de cuatro figuras claves, cabezas de lo que fueron las líneas de investigación fundamentales desarrolladas en el Laboratorio de Investigaciones Físicas y en el Laboratorio y Seminario Matemático de la JAE, se relata la evolución de los estudios en la física, la química y las matemáticas de los treinta primeros años del siglo XX. Los viajes de Blas Cabrera, Enrique Moles, Miguel Catalán y Julio Rey Pastor tejen el hilo que permite entender

1. Véanse José Manuel Sánchez Ron (coord.), *1907-1987. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1988; y Francisco J. Laporta, Alfonso Ruiz Miguel, Virgilio Zapatero y Javier Solana, «Los orígenes culturales de la Junta para Ampliación de Estudios», *Arbor*, t. CXXVI, núm. 493, enero de 1987, págs. 17-87 (1.ª parte), y t. CXXVII, núm. 499-500, julio-agosto de 1987, págs. 9-137 (2.ª parte).

2. Véanse José Manuel Sánchez Ron (coord.), *1907-1987. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después*, cit.; José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Un siglo de ciencia en España*, Madrid, Publicaciones de la Residencia de Estudiantes, 1998; Manuel Hormigón, «Las matemáticas en España en el primer tercio del siglo XX», en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Ciencia y sociedad en España: de la Ilustración a la guerra civil*, Madrid, CSIC/El Arquero, 1988, págs. 253-282; y Sixto Ríos, Luis A. Santaló y Manuel Balanzat, *Julio Rey Pastor, matemático*, Madrid, Instituto de España, 1979.



EXCMO. SR. D. ÁNGEL DEL CAMPO CERDÁN
(1927-1944)



El químico Ángel del Campo Cerdán.
Real Academia de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales, Madrid.

Leonardo Torres Quevedo, hacia 1920.
Agencia EFE.

de dónde se partía, la ampliación que se produjo en estas áreas y a dónde se llegó. La JAE fomentó una ampliación de espacios y saberes hasta entonces inédita en España.

El Laboratorio de Investigaciones Físicas

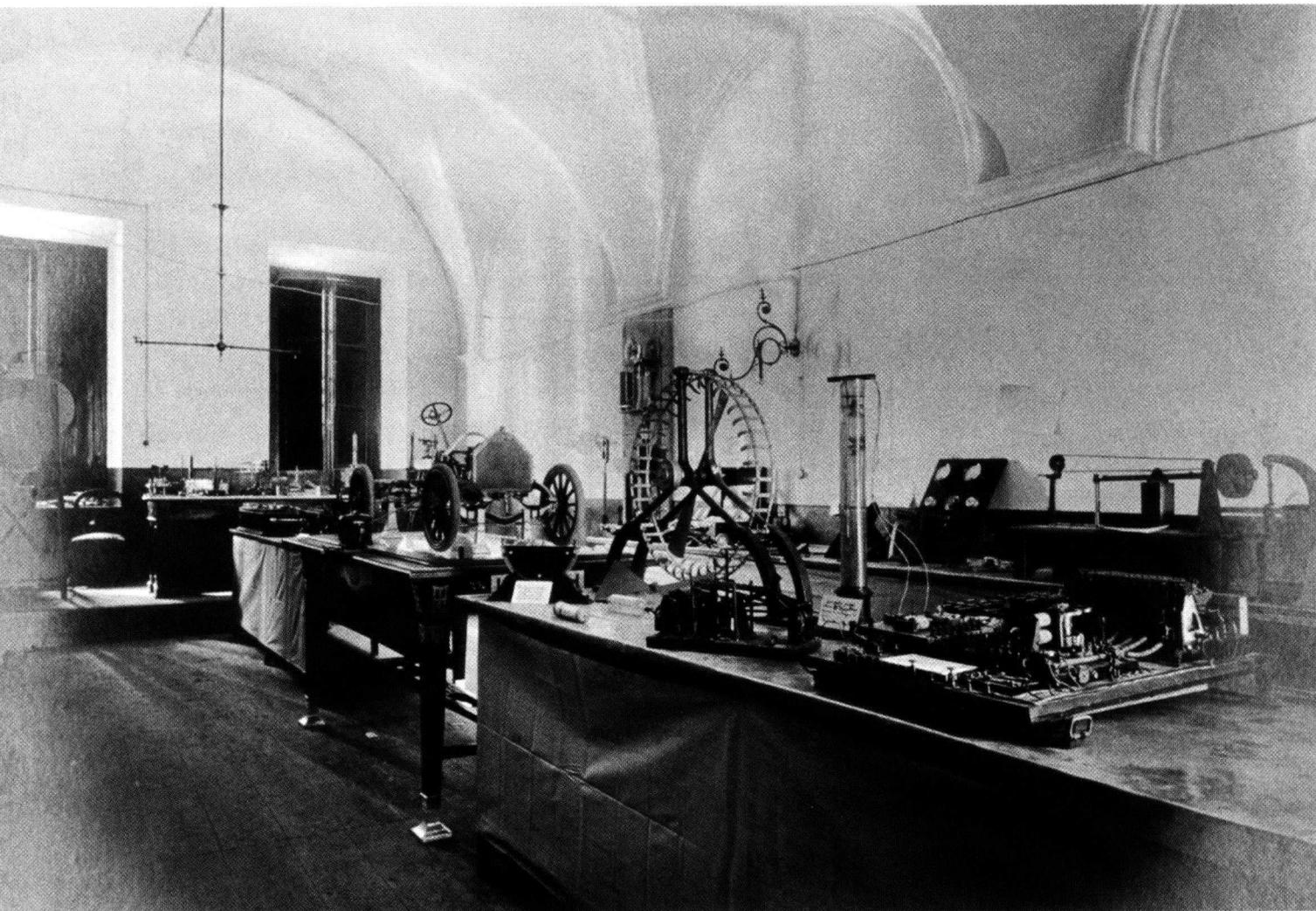
En 1910, la JAE constituyó oficialmente el Laboratorio de Investigaciones Físicas, como parte del Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, con el objetivo de facilitar a los pensionados en física y química un lugar donde poder continuar las investigaciones iniciadas en el extranjero.³ Quedó instalado en el Palacio de la Industria y las Bellas Artes, junto al Museo de Ciencias Naturales y al Laboratorio de Automática, taller de construcción de instrumentos que puso en marcha y dirigió el ingeniero Leonardo Torres Quevedo.⁴ Tal vecindad resultó recíprocamente provechosa. El Laboratorio de Investigaciones Físicas, además de con un taller propio, contó con otro especializado en la construcción de instrumentos científicos; y el Laboratorio de Automática pudo emplear unas instalaciones para experimentos físicos entonces atípicas en España, en las que contrastar y probar los aparatos que se iban construyendo.

El Laboratorio de Investigaciones Físicas se estructuró, durante los primeros años de andadura, en torno a cuatro secciones: Metrología, Electricidad, Espectrometría y Espectrografía, y Química-Física. A partir de los años veinte, las investigaciones se agruparon alrededor de tres líneas —magnetoquímica, espectroscopía y obtención de pesos atómicos por métodos físico-químicos—, los tres pilares sobre los que se asentó este centro. Blas Cabrera fue su director desde el 18 de agosto de 1910, mientras que Enrique Moles y Miguel Catalán se erigieron en responsables de las secciones de Química-Física y de Espectroscopía, respectivamente. A estas tres líneas de investigación volveremos más adelante para situarlas en el contexto científico europeo.

También trabajaron en este laboratorio los físicos Jerónimo Vecino y Manuel Martínez-Risco, así como los químicos Julio Guzmán, Santiago Piña de Rubíes, Ángel del Campo y León Gómez; casi todos ellos eran profesores ayudantes de la Universidad de Madrid. La salida de Vecino —a quien Cabrera había asignado los trabajos de metrología— a la cátedra de Santiago de Compostela y la de Martínez-Risco —dedicado a las investigaciones de espectrografía y espectrometría— a la de Zaragoza llevaron a una reorganización interna del centro. Se establecieron entonces cinco líneas principales de investigación: la

3. José Manuel Sánchez Ron, *Miguel Catalán. Su obra y su mundo*, Madrid, Fundación Menéndez Pidal/CSIC, 1994.

4. Roberto Moreno y Ana Romero de Pablos, «Recuperación del instrumental científico-histórico del CSIC. Antecedentes del Instituto Torres Quevedo: el Laboratorio de Automática», *Arbor*, año CLVI, núm. 616, 1997, págs. 131-165.



Algunos inventos de Leonardo Torres Quevedo expuestos en la antigua sede de la Escuela de Caminos de la calle Alfonso XII. Archivo familiar Torres Quevedo.

de física, dirigida por Cabrera; la de químico-física, a cargo de Moles; la de magneto-química, también llevada por Cabrera; la de electroquímica y electroanálisis, liderada por Julio Guzmán; y la de espectroscopía, conducida por Ángel del Campo.

Junto a estos estudios principales, que prácticamente no se interrumpieron hasta mediados de los años veinte, hubo otros intereses y otros investigadores que también utilizaron las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Físicas. Julio Palacios, quien a partir de 1922 pasó a ocuparse de las investigaciones sobre rayos X, dirigió un grupo de trabajo dedicado a estudios de termología entre 1916 y 1917. Y entre 1918 y 1919 se pusieron en marcha estudios sobre óptica, bajo la responsabilidad del ya mencionado Manuel Martínez-Risco.

Del Laboratorio de Investigaciones Físicas dependieron otros laboratorios de la JAE con los que no compartió espacio físico, aunque sí científico y de investigación. Éstos fueron el Laboratorio de Química Orgánica, dirigido desde 1910 por el químico José Casares Gil y el médico Antonio Madinaveitia, y el de Química Biológica, regido desde ese mismo año por el también químico y farmacéutico José Rodríguez Carracido. Estos laboratorios, utilizados principalmente para labores didácticas, estuvieron ubicados en la Facultad de Farmacia de la Universidad Central de Madrid hasta el curso 1931-1932, cuando fueron trasladados al entonces recién inaugurado Instituto Nacional de Física y Química. Hubo un tercer laboratorio situado fuera de las dependencias del Laboratorio de Investigaciones Físicas, el de Química General —desde 1912 dirigido por José Ranedo—, que estuvo emplazado en el pabellón de laboratorios de la Residencia de Estudiantes, edificio conocido como el Transatlántico.

El Laboratorio de Investigaciones Físicas primero y el Instituto Nacional de Investigaciones Físicas después constituyen un buen ejemplo del impulso que a través de la JAE dio el Estado, y en concreto a través de dos organismos de él dependientes —el Instituto del Material Científico (1910) y la Asociación de Laboratorios (1911)—, para fomentar el uso de instrumentación científica en los centros de enseñanza e investigación estatales.⁵ Las conexiones que se establecieron entre estos dos organismos y el Laboratorio de Automática (1907) permitieron a los investigadores contar con talleres donde construir y ensayar instrumentos y demás instalaciones científicas, y proporcionaron la

5. Véanse al respecto tres de mis textos: «Dos políticas de instrumental científico: el Instituto del Material Científico y el Torres Quevedo», *Arbor*, año CLX, núm. 631-632, 1998, págs. 359-386; «El instrumento como dinamizador del desarrollo científico», en José Manuel Sánchez Ron (ed.), *Un siglo de ciencia en España*, cit., págs. 44-59; y «Fisiología e instrumentación en el cambio de siglo: José Gómez Ocaña», *Arbor*, año CLXIII, núm. 643-644, 1999, págs. 387-407.

estructura organizativa necesaria para solicitar ayuda económica destinada a la adquisición de material científico, con la posibilidad de importarlo. Esto último supuso un paso importante en un país como España, donde ni existía ni existe tradición en este campo. El Instituto del Material Científico gestionó las importaciones y también se ocupó de evitar el pago del arancel que toda importación llevaba consigo.

Algunos de los instrumentos que permitieron y *soportaron* las investigaciones favorecidas e impulsadas por la JAE en las áreas de física y química se muestran en esta exposición como documentos que hablan de una parte significativa de nuestra historia. Sobre los instrumentos que formaron parte de estos laboratorios hay ya bastante publicado⁶, pero quizá interesa destacar su importancia como huellas de lo que fue una importación no sólo física de instrumentos, sino también de nuevos modelos experimentales con nuevas preguntas y formas de investigar, los cuales cambiaron el modo de hacer ciencia y acortaron las distancias entre la investigación que durante los primeros treinta años del siglo XX se estaba haciendo en Europa y la que se hacía en España.

La física, la química y las matemáticas de la JAE en el contexto europeo: la importación de modelos

Las salidas a Europa de Cabrera, Moles, Catalán y Rey Pastor constituyen un buen ejemplo de lo que entendía la JAE por ampliación de estudios.⁷ Aunque no se trató de los únicos pensionados por dicha institución en estas áreas, sí son buenos representantes de las líneas de investigación sobre las que se asentaron y crecieron el Laboratorio de Investigaciones Físicas, para el caso de la física y la química —cuyo éxito justificó la posterior creación del Instituto Nacional de Física y Química—, y el Laboratorio y Seminario Matemático, para el caso de las matemáticas. Un repaso rápido de estas salidas permite descubrir a los científicos con los que se formaron, las líneas de trabajo que emprendieron, los laboratorios donde trabajaron y, por supuesto, todo lo que importaron.

La física y la química

El primer contacto que mantuvo Moles con la JAE data de 1908.⁸ Para entonces ya era doctor en Farmacia y tenía experiencia docente, pues había trabajado como auxiliar

6. José Manuel Sánchez Ron, *Miguel Catalán. Su obra y su mundo*, cit.; Roberto Moreno y Ana Romero de Pablos, «Recuperación del instrumental científico-histórico del CSIC...», cit.; y Ana Romero de Pablos, «Fisiología e instrumentación en el cambio de siglo: José Gómez Ocaña», cit.

7. La documentación para reconstruir las estancias de los pensionados en el extranjero se conserva en el Centro de Documentación de la Residencia de Estudiantes.

8. Ana Romero de Pablos, *La europeización de la ciencia. Cabrera, Moles y Rey Pastor*, Madrid, Nivola, 2002.

interino voluntario en la Facultad de Farmacia de Barcelona durante los cursos 1906-1907 y 1907-1908. Además, durante ese último curso se había hecho cargo de las prácticas de Análisis Químico y, por ausencia del auxiliar numerario encargado, también se había ocupado de la asignatura de Técnica Física y Análisis Químico.

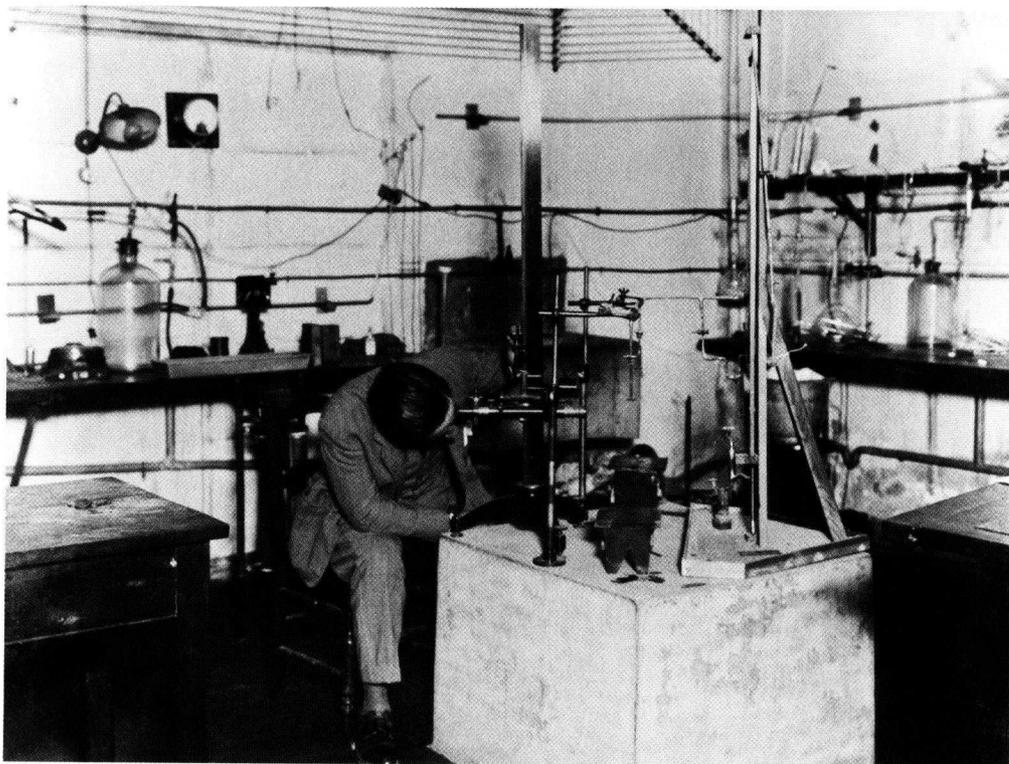
Enrique Moles fue el primero en solicitar una pensión de la JAE. Lo hizo, como ya se ha dicho, en 1908 —primera convocatoria pública de pensiones de la JAE—, interesado en tres cursos: uno «Teórico y práctico de Física y Química», otro de «Análisis de alimentos» y otro de «Métodos de análisis de mineral». Las universidades donde quería cursarlos eran las de Múnich, Leipzig y Berlín, y estimaba en cuatro semestres el tiempo para realizarlos. La pensión, solicitada en el mes de septiembre, le fue concedida el 1 de diciembre de 1908 por un periodo de un año.

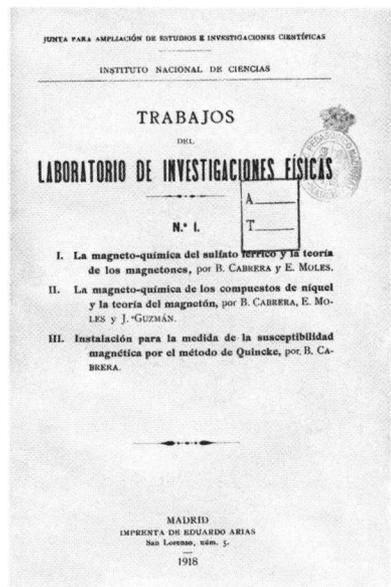
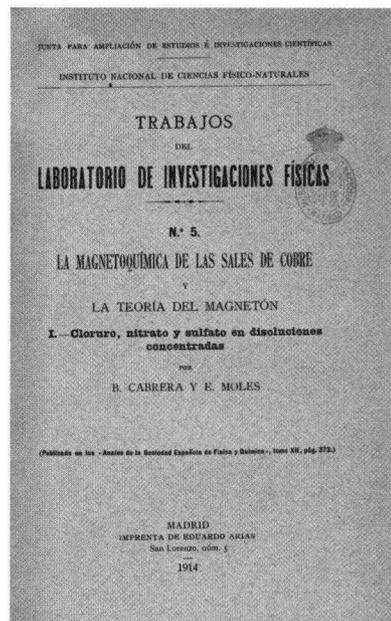
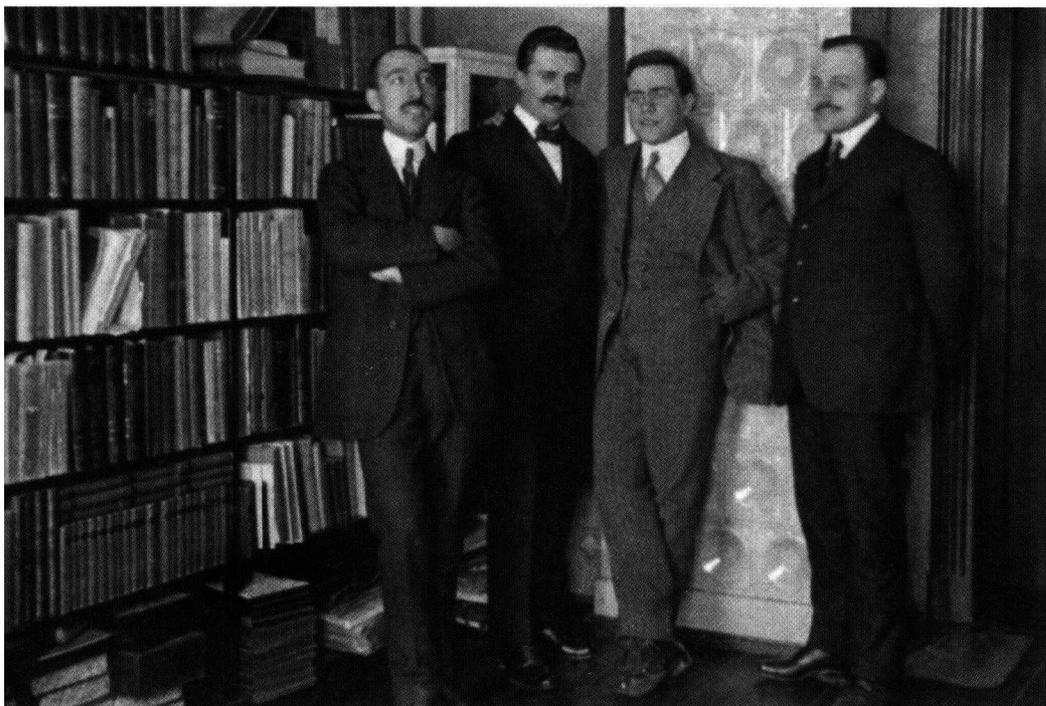
Moles llegó a Múnich en diciembre, donde residió desde el 19 de dicho mes de 1908 hasta el 10 de abril del año siguiente. Primero se matriculó en el Chemische Unterrichts Laboratorium, un laboratorio particular de los doctores Bender y Hobein donde desarrolló distintos trabajos preparatorios —fundamentalmente de análisis orgánico-elemental y preparados orgánicos— para los cursos que tenía previsto realizar. El 10 de abril se trasladó a Leipzig, donde permaneció hasta el 18 de agosto de 1910 (el 2 de noviembre de 1909 había solicitado una prórroga a la JAE que le había sido concedida, ya que las pensiones que otorgaba este organismo tenían una duración de un año natural). En esta universidad estuvo matriculado como alumno oficial y siguió lecciones teóricas en el Physikalisch-Chemisches Institut, centro organizado por el químico físico Wilhelm Ostwald⁹, y en el Anatomisches Institut. Entró en contacto así con los profesores Fischer, Le Blanc, Wiener, Des Codres, Karl Drucker, Freundlich y Schaum. También dedicó sus estudios a cursos prácticos: en el Physikalisch-

9. Wilhelm Ostwald (Riga, Letonia, 1853 – Leipzig, 1932) ingresó en 1872 en la Universidad de Dorport para estudiar Química. En 1881 ya era profesor de Química en el Instituto Politécnico de su ciudad natal, donde permaneció hasta 1887, año en que fue nombrado profesor de Química-Física en la Universidad de Leipzig. En esta universidad, de la que tan sólo se ausentó entre 1904 y 1905 para viajar a Harvard como profesor invitado, fue donde realizó su trabajo como docente e investigador hasta 1906, año en que se jubiló. Pionero de la investigación en química-física, organizó el departamento de esta materia en la Universidad de Leipzig y publicó numerosos trabajos sobre química analítica, electroquímica y química inorgánica. En 1887 fundó y editó la revista *Zeitschrift für Physikalische Chemie*. En 1894 creó la Deutsche Elektrochemische Gesellschaft (Sociedad Alemana de Electroquímica, que en 1902 se convertiría en la Sociedad Alemana de Química-Física Aplicada). En 1909 recibió el Premio Nobel de Química por sus trabajos sobre catálisis, equilibrios y velocidades de reacciones químicas. Tres de sus discípulos fueron también distinguidos con este galardón: Van't Hoff (1901), Arrhenius (1903) y Nernst (1920). Tras su jubilación realizó trabajos sobre filosofía (en 1902 había comenzado a publicar los *Anales de Filosofía Natural*), mantuvo una actividad pública de apoyo a los movimientos pacifistas y participó en las reformas educativas que entonces se estaban produciendo en Alemania.

Miguel Catalán (en el centro de la imagen) examinando unos acumuladores en el Instituto Nacional de Física y Química, Madrid, hacia 1935. Archivo General de la Administración, Alcalá de Henares, Madrid.

Uno de los laboratorios del Instituto Nacional de Física y Química, Madrid, hacia 1935. Archivo General de la Administración, Alcalá de Henares, Madrid.





18-6-1-1908
 11
 11 98 906
 B.2012122*



Excmo. Sr.

El que suscribe, natural de Barcelona, de 28 años de edad, graduado Doctor en Farmacia en junio de 1906, en la actualidad Asistente interino gratuito en la Facultad de Farmacia de la indicada citada, en virtud de la convocatoria publicada en la Gaceta de 5 de agosto del corriente año, para la provision de 50 plazas para la ampliacion de estudio, siendo uno de los mas afortunados de haber sido admitido, al concurrir una de dichas plazas; atendiendo a las condiciones del Real Decreto de 11 de mayo de 1907 y a las de la convocatoria antes citada, el que suscribe tiene el honor de exponer a V. E. con el mayor respeto y consideracion:

Que dado el estado evolutivo actual de la ciencia quimica, ha fijado la atencion del que suscribe el tema mencionado de la repetida convocatoria, intitulado "Ley teorica y practica de fisico-quimica".

Cree, el que suscribe que ha de ser compatible con este estudio nuevo, el seguir otros complementarios de los temas 8 y 9 insitulado "Análisis de alimentos" y "Metodo de analisis mineral", que habrian de servir para completar lo mencionado que de dichas materias posee.

Para llevar a cabo este estudio



Julio Guzmán, Enrique Moles, Juan Negrin y otro amigo en Leipzig, 1911. Archivo de Juan Negrin López, Paris.

Portada de *La magnetoquímica de las sales de cobre y la teoría del magnetón*, de Blas Cabrera y Enrique Moles, número 5 de la colección *Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Físicas*, Madrid, Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, 1914. Residencia de Estudiantes, Madrid.

Solicitud de pensión enviada por Enrique Moles a la Junta para Ampliación de Estudios, Madrid, 7 de septiembre de 1908. Residencia de Estudiantes, Madrid.

El químico Enrique Moles. Archivo Espasa Calpe, Madrid.

Portada del número 1 de la colección *Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Físicas*, en el que se recogen diferentes estudios sobre magnetismo de Blas Cabrera, Enrique Moles y Julio Guzmán, Madrid, Instituto Nacional de Ciencias, 1918. Residencia de Estudiantes, Madrid.

Chemisches Institut hizo preparados electroquímicos, se inició en trabajos de investigación bajo la dirección del profesor Karl Drucker —posteriormente publicados en el tomo IV de los *Anales de la JAE* («Solubilidad de gases en soluciones acuosas de glicerina y ácido isobutírico» y «Curso teórico práctico de Química-Física»)— y siguió un cursillo de electroanálisis con el profesor W. Böttger. El carácter eminentemente práctico de estos cursos marcó en gran medida su formación y, por tanto, su posterior manera de entender la ciencia, dando siempre prioridad a lo experimental. Esta primera estancia en Alemania le permitió conocer y apreciar el espíritu de trabajo, la disciplina y el método utilizado por los alemanes.

Su estancia en Leipzig hizo posible que consiguiera un nuevo doctorado, esta vez en Ciencias, y entrara en contacto con la química-física, una disciplina entonces en auge, aunque todavía poco conocida en España. Moles fue el gran introductor en España de esta materia. También conoció la Sociedad Química de Leipzig y asistió puntualmente a sus sesiones. Estos años son también los del inicio de unas relaciones de amistad que se prolongarían durante toda su vida, ya que fue en Leipzig donde mantuvo sus primeros encuentros con Julián Besteiro, Juan Negrín y Julio Guzmán.

Las nuevas investigaciones y prácticas en química-física con las que Moles se familiarizó en las universidades alemanas le valieron que, a su vuelta a España, la JAE le encargara dirigir estos trabajos del Laboratorio de Química-Física en el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales —denominado a partir de 1916 Instituto Nacional de Ciencias— y enseñara así los métodos empleados en el Instituto Ostwald.

En febrero de 1912, Enrique Moles solicitó una nueva pensión a la JAE. Para entonces ya era auxiliar de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central, ayudante instructor del Laboratorio de Investigaciones Físicas de la JAE, y se encargaba, como ya se ha mencionado, de los cursos prácticos de química-física. Los motivos que le llevaron a realizar esta nueva solicitud los deja bien claros en el texto que dirigió al presidente del organismo: «Que dado el carácter esencialmente práctico de los trabajos que la Junta tuvo a bien encomendar al que suscribe y siendo la evolución actual de la química-física extraordinariamente rápida, cree el que suscribe que había de serle muy conveniente el poder volver a Alemania para ponerse al corriente de los nuevos métodos y de los trabajos corrientes en la materia antes citada».

Los centros universitarios por los que Moles se mostró interesado volvieron a ser los de Leipzig y Berlín. La pensión le fue concedida (Real Orden de 18 de abril de 1912) por cuatro meses. Finalmente se desplazó a Zúrich, donde trabajó, desde el 1 de mayo hasta el 1 de septiembre, en el Laboratorio de Física del doctor Weiss en la Escuela

Politécnica Federal. Allí coincidió con Blas Cabrera, con quien trabajó en temas de magnetoquímica y en las nuevas teorías del magnetismo. Resultado de estas investigaciones fue la publicación conjunta titulada «La teoría de los magnetones y la magnetoquímica de los compuestos férricos».

La documentación conservada en el archivo de la JAE no sólo habla de lo que significó para Moles esta estancia en Suiza y su trabajo con Cabrera, sino que también nos sitúa ante sus reflexiones e impresiones sobre temas muy dispares. Por ejemplo, se encontraba cómodo en Europa: «El haber visto ya algo de Europa me exime de la calidad de ser impresionable y sólo pueden retener mi atención en la actualidad las cosas fundamentales». Se mostraba también orgulloso del trabajo que estaban realizando, «constituyendo a nuestro regreso un buen argumento que oponer a los enemigos y detractores de la Junta y del Laboratorio de Investigación». La seguridad que fue adquiriendo Moles queda patente en su voluntad de «exportar» los trabajos que se estaban desarrollando en el Laboratorio de Investigaciones Físicas. En una de sus comunicaciones a Castillejo, el secretario de la JAE, dice: «Me he preocupado además de que aparezcan en alemán los trabajos del Laboratorio de Investigaciones. Las dos últimas comunicaciones que presenté a la Sociedad Española de Física y Química deben aparecer en breve en la *Zeitschrift für Physikalische Chemie*. Tenía y tengo verdadero empeño en que el Laboratorio empiece a ser conocido en los medios científicos serios».

Moles hizo una tercera petición de pensión a la JAE en 1915. Esta vez solicitaba permanecer durante un periodo de doce meses, aunque este tiempo se vio ampliamente incrementado con prórrogas posteriores (la primera el 1 de enero de 1917 por cuatro meses, y otra posterior por tres meses más). Quería continuar sus estudios de química-física; concretamente estaba interesado en las transformaciones que sufrían los elementos en las desintegraciones radiactivas y también en la determinación de los pesos atómicos. Ambos temas eran entonces investigaciones en las que había todavía mucho por hacer. Por todo ello se puso en contacto con el profesor Philippe A. Guye¹⁰, director del Laboratorio de Química Teórica de la Universidad de Ginebra, lugar donde se habían llevado a cabo las determinaciones más cuidadosas y recientes de pesos atómicos de gases.

10. El químico suizo Philippe A. Guye (Ginebra, 1862-1922) realizó estudios sobre dosimetría molecular y determinación de pesos atómicos moleculares. También investigó las propiedades físico-químicas de algunos gases y su relación con el peso atómico. Fue el responsable del *Journal de Chimie Physique*, revista que comenzó a publicar en 1903 y donde Moles dio a conocer el trabajo sobre pesos atómicos con el que consiguió su doctorado en Ciencias en la Universidad de Zúrich.

El primer trabajo que le encargó el profesor Guye fue la revisión del peso atómico del bromo, para lo que tuvo que construirse su propio aparato: «Yo hasta ahora estuve construyendo un aparato, todo de vidrio, de una complicación casi fantástica, y he de comprobar ahora si el gas BrH [bromuro de hidrógeno] absolutamente seco actúa o no sobre el Hg [mercurio], para adoptar uno u otro método definitivo. Tengo la esperanza de que antes de finalizar el semestre tendré ya algunos números publicables». Los trabajos de investigación que sobre pesos atómicos realizó en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zúrich le permitieron obtener el grado de doctor en Ciencias Físicas. El título fue expedido en Ginebra con fecha de 28 de junio de 1916. El trabajo de la revisión del peso atómico del bromo lo publicó completo Moles en el *Journal de Chimie Physique* y en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, y también escribió unas notas en los *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*. A partir de entonces, la investigación sobre pesos atómicos constituyó el centro de su atención.

La investigación realizada por Moles en el laboratorio de Philippe A. Guye le debió de parecer a éste realmente interesante, pues primero le ofreció ser su ayudante, posteriormente le planteó la posibilidad de ocupar un puesto en la Universidad de Baltimore (Estados Unidos), y finalmente, por si prefería permanecer en Suiza, también le tentó con una cátedra de la Universidad de Zúrich. Pese a todo, Moles eligió volver a España, adonde regresó en el verano de 1917, para trabajar con lo que él llamaba «el grupo de Madrid», el del Laboratorio de Investigaciones Físicas. Sus investigaciones iniciadas en Leipzig sólo las abandonó cuando se le impidió su vuelta al Instituto Nacional de Física y Química tras la guerra civil. Sin duda, la determinación de los pesos atómicos fue el tema que ocupó prácticamente toda su vida de investigador y por el que obtuvo el reconocimiento internacional.

Moles creyó que sólo por medio de las densidades límite y del peso molecular de los gases, y basándose exclusivamente en datos experimentales, era posible fijar los pesos atómicos y moleculares de los elementos. La dificultad práctica para obtener medidas físicas como la temperatura, la presión o el peso, cuando lo que se buscaba era la mayor precisión posible, constituía el principal reto al que entonces se enfrentaban los investigadores. En este punto fue donde Moles centró su atención, diseñando técnicas de gran sofisticación para la época, las cuales le permitieron evitar los errores que la propia instrumentación podía introducir. Se preocupó por técnicas de desecación de gases, estudiando sistemáticamente cuerpos desecantes; indagó la absorción de los gases por las paredes de vidrio de los recipientes y consideró la determinación de los coeficientes de corrección que había que introducir en cada caso;

examinó igualmente la corrección que debe incluirse, cuando se trabaja en vacío, por la contracción del vidrio; investigó el empleo de filtros de vidrio prensado para la purificación de los gases; y estudió otras muchas técnicas que favorecieron la exactitud de los datos obtenidos.

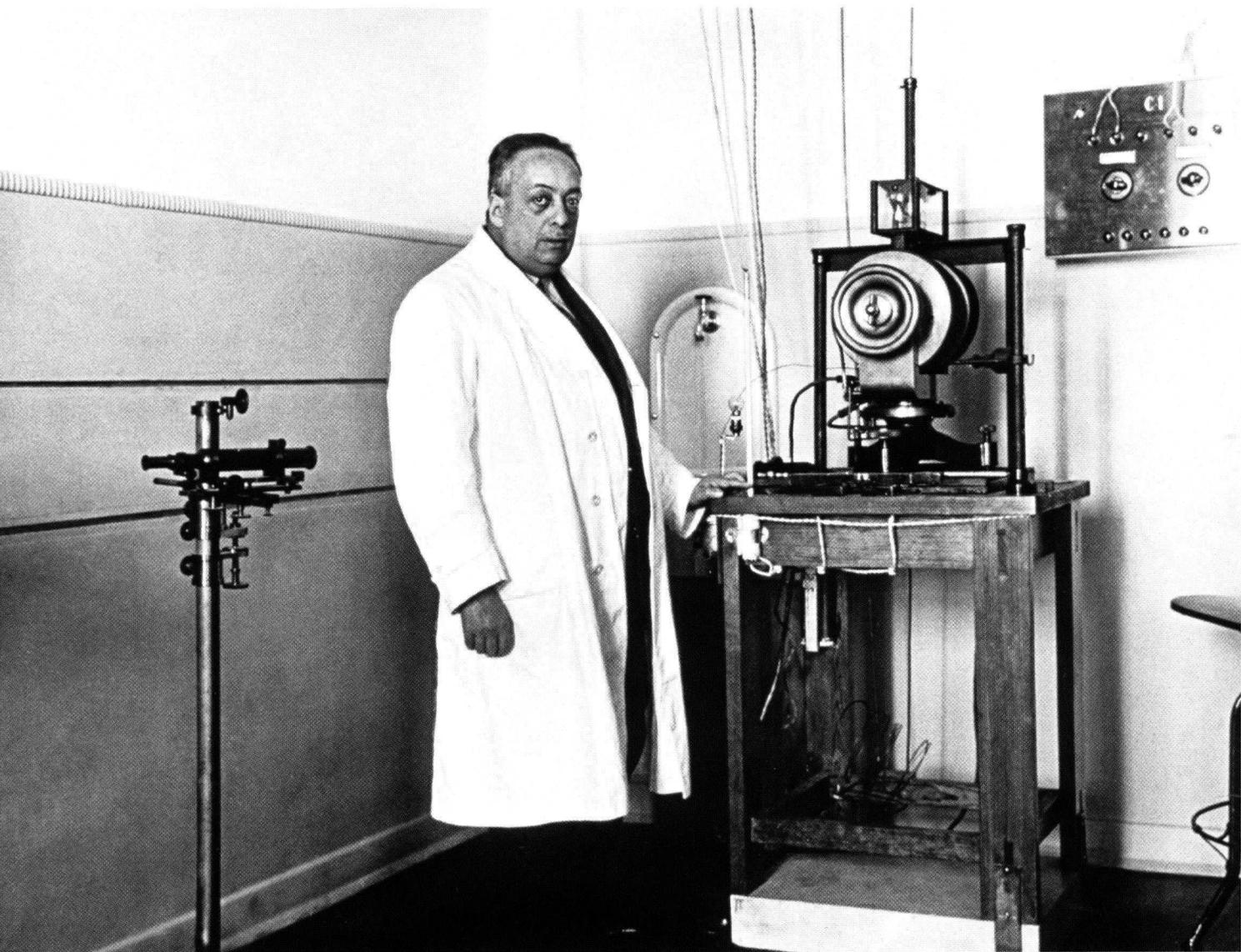
El desarrollo de estas nuevas técnicas y el reconocimiento de los valores por él conseguidos le dieron prestigio internacional. En 1921 fue invitado por el profesor Moureu, presidente de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, a formar parte de la Comisión Internacional de Pesos Atómicos, con científicos como Brauner, Guye, Nasini, Richards y Swarts. Representó oficialmente a España en la Conferencia de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada celebrada en Bruselas el 27 de junio de 1921. Treinta años después, en 1951, fue nombrado para ocupar el cargo de secretario de la Comisión Internacional de Pesos Atómicos de la Unión Internacional de Química.

La línea y los trabajos de investigación realizados por Moles en el Laboratorio de Investigaciones Físicas, y continuados en el Instituto Nacional de Física y Química, crearon escuela; muchos de sus discípulos ocuparon cátedras y puestos preeminentes en facultades de Ciencias y Farmacia y en la industria química de España.

Otra figura clave en las tres líneas de investigación fundamentales del Laboratorio de Investigaciones Físicas de la JAE fue Blas Cabrera. A pesar de ser ya catedrático y académico, y pese a dirigir el Laboratorio de Investigaciones Físicas, Cabrera no dejó de ser consciente de las limitaciones a que se sometía si no salía al extranjero.¹¹ En 1912 solicitó una pensión de cinco meses a la JAE para realizar estudios sobre las propiedades magnéticas de la materia en Francia, Suiza y Alemania. Se dirigió a Zúrich para trabajar en el laboratorio de Pierre Weiss¹², el gran especialista en temas de magnetismo de

11. Ana Romero de Pablos, *La europeización de la ciencia. Cabrera, Moles y Rey Pastor*, cit.

12. Pierre Weiss (Mulhouse, Francia, 1865 – Lyon, 1940) se graduó en Ingeniería Mecánica en el Instituto Politécnico de Zúrich en 1877. Con la idea de dedicarse a la investigación básica, se matriculó en el Liceo San Luis de París a fin de prepararse para entrar en la Escuela Normal Superior de esta ciudad, donde fue admitido en 1888. Agregado en Ciencia Física en 1893, permaneció en la Escuela hasta 1895; allí coincidió entre otros con Paul Langevin. En 1895 fue nombrado *mettre de conférences* en la Universidad de Reims, y en 1899 en la de Lyon. Mientras, en 1896 había presentado su tesis doctoral sobre la imantación de la magnetita cristalizada y algunas aleaciones de hierro y antimonio. Fue en 1902 cuando volvió al Politécnico de Zúrich, donde, además de enseñar, dirigió el Laboratorio de Física hasta 1918. Su estancia aquí fue interrumpida durante dos años al inicio de la Primera Guerra Mundial; entonces se trasladó a París para trabajar en la Oficina de Inventos, ayudando a crear un método acústico con objeto de localizar emplazamientos de armas enemigas (método Cotton-Weiss). En Zúrich, Weiss desarrolló un gran laboratorio para la investigación magnética, y lo equipó con un importante conjunto de instrumentos e instalaciones que atrajeron a distinguidos físicos. En 1919, tras la devolución de Alsacia a Francia (Alsacia había sido incorporada a Alemania en 1870, al término de la guerra franco-prusiana), Weiss regresó para



Blas Cabrera, director del Instituto Nacional de Física y Química, en su laboratorio, 1932.
Archivo General de la Administración, Alcalá de Henares, Madrid.

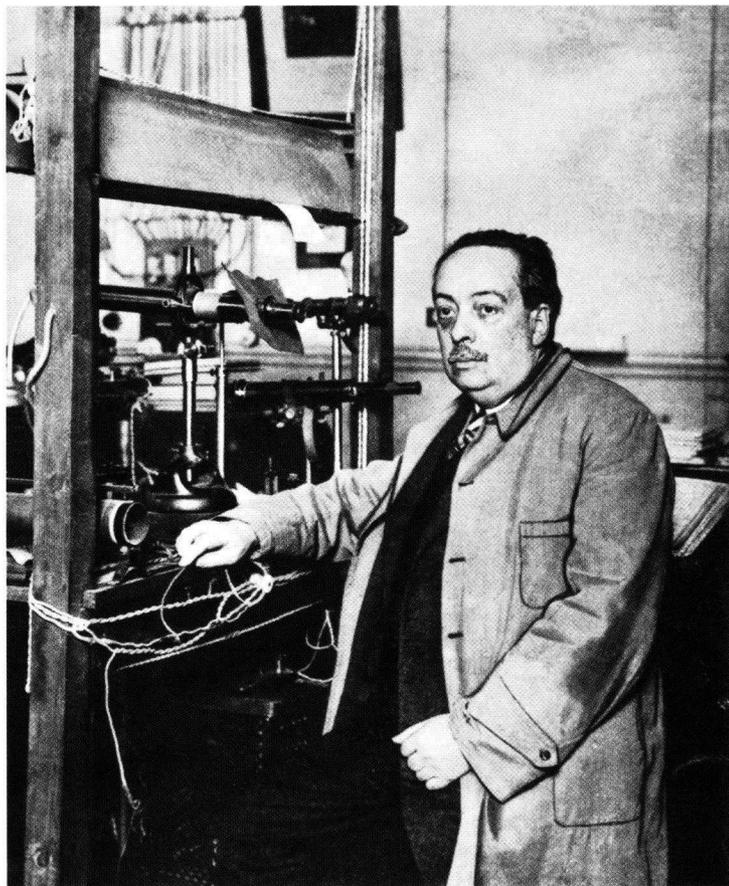
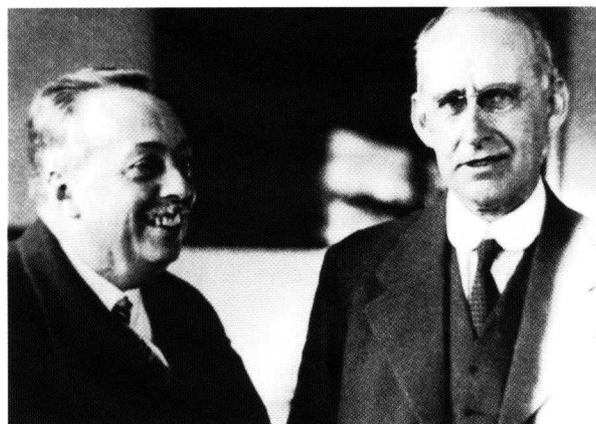


El ministro de Instrucción Pública Fernando de los Ríos, acompañado de Blas Cabrera —director del Instituto Nacional de Física y Química— y de los profesores Arnold Sommerfeld, Richard M. Willstätter, Pierre Weiss y Otto Hönigschmidt, en el acto de inauguración del Instituto Nacional de Física y Química, Madrid, 6 de febrero de 1932.

Blas Cabrera con Marie Curie durante la visita de ésta a la Residencia de Estudiantes, Madrid, 1931. Residencia de Estudiantes, Madrid.

Blas Cabrera con el astrofísico inglés Sir Arthur S. Eddington. Fotograma del film rodado en la Residencia de Estudiantes con motivo de la conferencia «El universo estelar», impartida por Eddington en noviembre de 1930.

Blas Cabrera en el Laboratorio de Investigaciones Físicas, hacia 1930. Archivo Espasa Calpe.



la época. En este laboratorio coincidió con Enrique Moles, que, como ya se ha dicho, se encontraba allí desde el 1 de mayo de ese mismo año, también pensionado por la JAE, y pronto empezaron a trabajar en la obtención de nuevas medidas del momento magnético de las sales del hierro y del níquel, ya que las resultantes de trabajos anteriores realizados por Weiss y sus colaboradores no parecían muy convincentes. La labor de la pareja de investigadores españoles alcanzó rápidamente sus frutos. Se inició así una interesante e intensa relación profesional entre Weiss y Cabrera.

La pensión fue aprovechada por Cabrera para conocer otros laboratorios universitarios, como los de física de las universidades de Ginebra y Heidelberg, y la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de París. Pero, sobre todo, esta estancia en Zúrich le sirvió para establecer relaciones institucionales con un importante y prestigioso centro de investigación, el Politechnikum de esta ciudad, reconocido internacionalmente y con unas líneas de trabajo muy sugerentes para un investigador como Cabrera, deseoso de asimilar e incorporar las novedades que se estaban produciendo en el campo de la física. De hecho, a su vuelta a España y al Laboratorio de Investigaciones Físicas, el físico español hizo del estudio del magnetismo el objeto principal de sus investigaciones. La influencia de su maestro le llevó a defender prácticamente hasta el final de su carrera, como unidad natural del magnetismo molecular, al *magnetón de Weiss* frente al *magnetón de Bohr* (unas cinco veces mayor que el anterior), unidad esta última que finalmente prevaleció, aunque los trabajos de Cabrera muestran que fue consciente de las limitaciones que el trabajo experimental podía acarrear.

Cabrera introdujo en España los nuevos métodos experimentales que había aprendido en Europa e hizo de la magnetoquímica una línea de investigación de importancia creciente, primero en el Laboratorio de Investigaciones Físicas y después en el Instituto Nacional de Física y Química. En los primeros trabajos realizados en el Laboratorio de Investigaciones Físicas, el procedimiento operativo empleado por Cabrera para medir las susceptibilidades magnéticas fue el método Quincke, normalmente utilizado con disoluciones poco concentradas y diluidas. Pero a partir de 1915, y siguiendo las indicaciones de Weiss, lo cambió por el método llamado de cilindro, empleado con disoluciones concentradas. El uso de esta nueva técnica obligaba a utilizar una

crear y dirigir un Instituto de Física en la Universidad de Estrasburgo. Bajo su guía, y con la ayuda de varios investigadores, este laboratorio pronto superó al de Zúrich. En 1936 se retiró. Al comienzo de la Segunda Guerra Mundial, después de la invasión de Estrasburgo huyó a Lyon, donde se refugió junto a su amigo Jean Perrin.



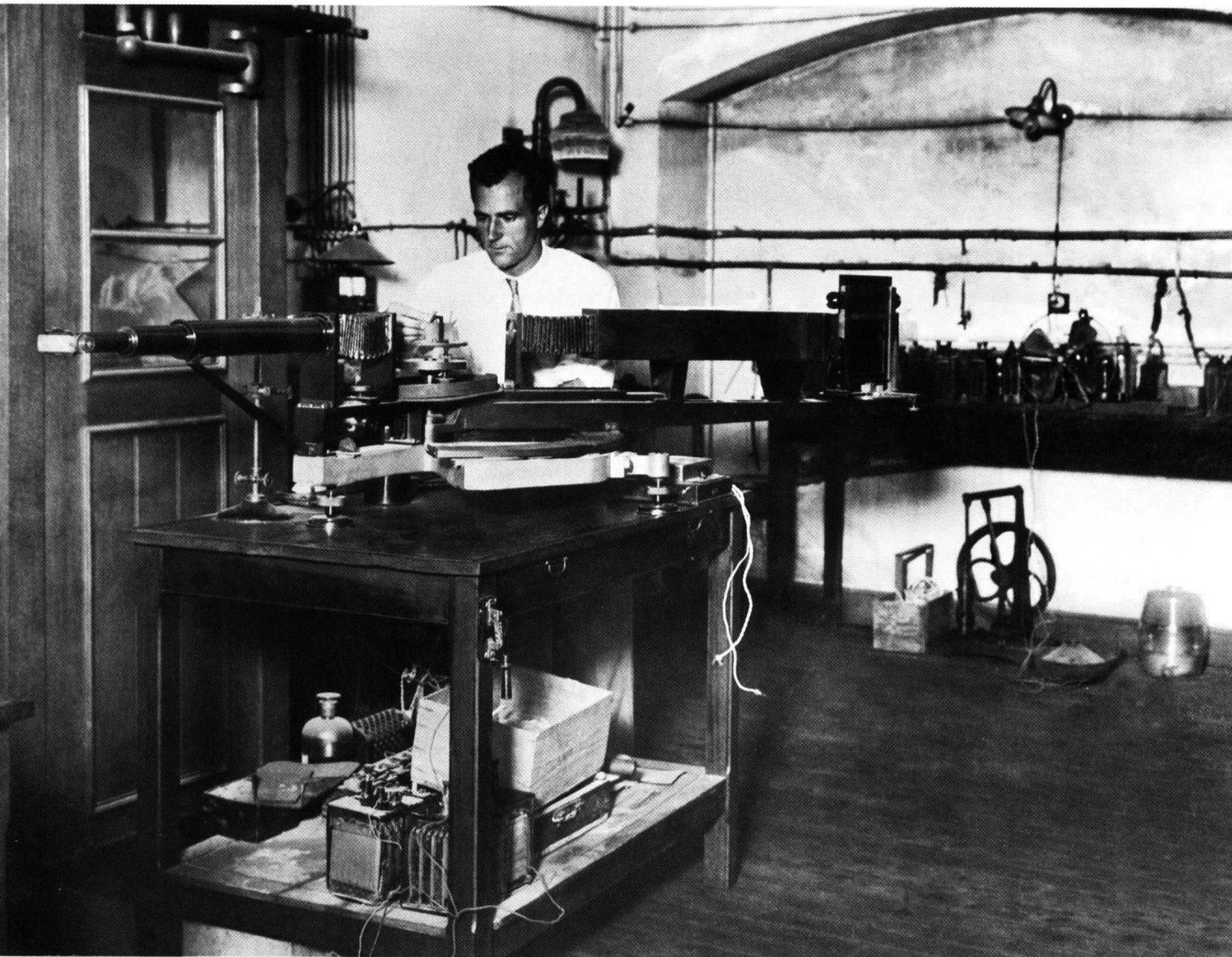
sustancia patrón, ya que la medida obtenida no era absoluta. Los patrones que Cabrera empleó con mayor frecuencia fueron el agua y el sulfato manganoso.

Ya se ha mencionado que Bohr había establecido también, aunque de modo teórico, esa unidad natural de momentos sobre el átomo de hidrógeno, y que el valor logrado para la unidad no coincidía con el establecido experimentalmente por Weiss. Esta falta de coincidencia entre los resultados teóricos (cuánticos) y experimentales (magnéticos) se achacó a la falta de fiabilidad de estos últimos. Esto indujo a Cabrera a iniciar dos nuevas líneas de investigación: por un lado, la mayor sensibilidad de la susceptibilidad magnética que presentaban los elementos de la familia del hierro a las acciones químicas le llevó a investigar el paramagnetismo de las tierras raras¹³, para cuyos elementos no se apreciaban modificaciones tan sensibles de la susceptibilidad; por otra parte, la necesidad de obtener una medida exacta de la susceptibilidad del cuerpo patrón, el agua, le condujo al estudio de la variación de dicha susceptibilidad en función de la temperatura. De 1924 data el primer trabajo publicado sobre la variación de la constante diamagnética del agua en función de la temperatura. Pero la falta de coincidencia de estos resultados con medidas anteriores conseguidas por August Piccard, que en 1912 había estado colaborando con Weiss, dio lugar a un trabajo conjunto realizado de forma paralela en Bruselas y en Madrid, coordinado por Piccard y Cabrera. Años después, en 1934, estos experimentos fueron repetidos con mejores medios instrumentales—los del Rockefeller—por el propio Cabrera, esta vez en compañía de H. Fahlenbrach, pensionado por el Gobierno alemán para completar sus estudios junto al físico español. Con estas investigaciones se llegó a la conclusión de que la acción de un campo magnético sobre los átomos producía un doble efecto deformador, que no dependía de la temperatura, y que debía obedecer a la ley de aditividad. Estos trabajos permitieron también ampliar el conocimiento sobre la estructura del agua.

El tercer representante de las principales líneas de investigación desarrolladas en el Laboratorio de Investigaciones Físicas de la JAE fue Miguel Catalán, quien eligió Inglaterra como país donde ampliar sus estudios.¹⁴ En 1920 obtuvo su pensión de la

13. Se llama tierras raras a un conjunto de diecisiete elementos metálicos que en la mayoría de las tablas periódicas se presentan, como fila adicional, en la parte inferior de la tabla. Pero, curiosamente, las tierras raras ni son tierras ni tampoco raras. La razón para esta denominación estriba en que la influencia griega en la química era fuerte en la época en que se descubrió el itrio (primera tierra rara en 1797), y los griegos clasificaban los materiales como una mezcla de aire, tierra, fuego y agua; el óxido de itrio y los demás óxidos de las tierras raras fueron aislados a partir de minerales raros, y el parecido de sus propiedades con las tierras normales dio lugar a esta denominación. Hoy día desempeñan un papel importante en microdispositivos para circuitos electrónicos y en la preparación de láseres.

14. José Manuel Sánchez Ron, *Miguel Catalán. Su obra y su mundo*, cit.



Miguel Catalán en su laboratorio del Instituto Nacional de Física y Química—actual Instituto de Química-Física Rocasolano—, Madrid, hacia 1935. Archivo General de la Administración, Alcalá de Henares, Madrid.

JAE, oportunidad que aprovechó para instalarse en Londres, en el laboratorio que Alfred Fowler¹⁵, uno de los espectroscopistas más destacados, tenía en el Royal College of Science, germen de lo que luego fue el Imperial College of Science and Technology. La documentación conservada hace pensar que Catalán siguió en Londres un curso sobre análisis de espectros, curso al que tenían acceso todos los alumnos de tercer año del Imperial College. Cinco años antes había llegado a la Sección de Espectroscopía del Laboratorio de Investigaciones Físicas, dirigida por quien después fue su director de tesis y maestro, Ángel del Campo. Esta Sección de Espectroscopía estaba formada en su mayor parte por químicos y, por tanto, los trabajos que en ella se realizaron tuvieron más que ver inicialmente con problemas espectroscópicos próximos a la química y con análisis espectroquímicos; pero luego —y aquí los trabajos de Catalán desempeñaron un papel importante— evolucionaron hacia otros más relacionados con la física, evolución que no fue exclusiva de este laboratorio, sino que también se dio en la espectroscopía mundial de la época. El Laboratorio de Investigaciones Físicas fue el lugar donde Catalán obtuvo una formación básica como espectroscopista experimental y donde se formó como científico e investigador. Su estancia en Londres le permitió acceder a cursos y, sobre todo, a instrumentos con los que no había practicado hasta entonces; todo ello logró que mejorara su dominio de las técnicas espectrográficas, aunque lo que sin duda hizo posible esta ampliación de estudios fue el descubrimiento de los multipletes.

Catalán demostró con este descubrimiento que grupos formados por numerosas líneas distribuidas sin aparente regularidad en el espectro —los multipletes—, y entre los que existían regularidades características, podían tener un origen físico común. Esta aportación, fundamental para el análisis de los espectros, permitió una mejor comprensión de los estados energéticos de los electrones atómicos, produciéndose un avance importante en la interpretación de su estructura. El problema de la constitución de los espectros es hoy el que parece conducir de forma más directa a dilucidar la estructura de los átomos.

Este descubrimiento, aparte de situar a Catalán entre los científicos de merecido prestigio, recibió el reconocimiento por supuesto de Fowler, pero también de otros espectroscopistas, como William Meggers; además convirtió el Laboratorio de Investigaciones

15. Alfred Fowler (1868-1940) se formó con Norman Lockyer en el Royal College of Science. Autor de uno de los libros clásicos de espectroscopía, *Report on Series in Line Spectra* (1922), fue *fellow* de la Royal Society, presidente de la Royal Astronomical Society entre 1919 y 1921, y primer secretario general de la International Astronomical Union en 1920.

Físicas de la JAE en un centro de investigación legitimado para competir con otros centros extranjeros y, sobre todo, hizo que la investigación en las áreas de física y química se consagrara en nuestro país.

Las matemáticas

El matemático Julio Rey Pastor¹⁶ mantuvo también una estrecha relación con la JAE. En mayo de 1909 se dirigió al presidente de este organismo, Santiago Ramón y Cajal, para solicitarle que le fuese concedida una de las dos pensiones reservadas para temas no fijados previamente en la convocatoria, dado que no figuraba ninguna pensión que hiciera referencia expresa a estudios de ciencias exactas. Quería trasladarse a la Universidad de Estrasburgo para estudiar «geometría de la posición o proyectiva» con el profesor Theodor Reye¹⁷, destacado geómetra de su tiempo que trabajó en el campo de la geometría sintética. Le fue concedida una pensión de nueve meses, pero tuvo que renunciar a ella, pues como recluta condicional de reemplazo tenía pendiente la revisión anual ante la Comisión Mixta de Reclutamiento.

El siguiente intento por conseguir una pensión de la JAE lo realizó Rey Pastor en 1911. Por entonces ya tenía el título de doctor y también ejercía la docencia como auxiliar numerario en la Universidad Central. En la solicitud expresaba su deseo de matricularse en la Universidad de Estrasburgo con el profesor H. Weber en un curso sobre análisis matemático; en el siguiente semestre, ya de verano, se proponía estudiar teorías superiores de geometría con el profesor Moritz Pasch, de la Universidad de Giessen. La pensión le fue concedida para los once meses que había solicitado, pero los planes iniciales sufrieron cambios: las universidades de Estrasburgo y Giessen las sustituyó por la de Berlín, donde permaneció todo el tiempo que duró la pensión, asistiendo a las clases teóricas de los profesores Karl H. A. Schwarz¹⁸, Fiedrich Her-

16. Miguel Ortiz y Eduardo L. Ortiz, «Para una bibliografía de don Julio Rey Pastor», *Actas del I Simposio sobre Julio Rey Pastor*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1985.

17. Theodor Reye (1838-1919) estudió Ingeniería Mecánica y Física Matemática en Hannover, Zúrich y Gotinga. En 1861 se doctoró en la Universidad de Gotinga con una tesis sobre dinámica de gases. Fue profesor en la Universidad de Zúrich desde 1863 hasta 1870. En 1872 accedió a la cátedra de Geometría de la Universidad de Estrasburgo. Tras su jubilación en 1909, permaneció en esta ciudad hasta el estallido de la Primera Guerra Mundial, cuando se trasladó a Würzburg, y aquí murió. Fue uno de los principales geómetras de su tiempo y publicó importantes trabajos de geometría sintética.

18. Karl Herman Amandus Schwarz (1843-1921) estudió Química en Berlín, pero Ernst Kummer y Karl Weierstrass —con quien había estudiado Cálculo Integral en 1861— le influyeron para que se dedicase a las matemáticas. En 1864 se doctoró por la Universidad de Berlín, bajo la supervisión de Weierstrass. En 1869 accedió a una cátedra en la Universidad de Zúrich, que dejó en 1875 por otra de la Universidad de Gotinga. Finalmente, en 1892 sucedió a su maestro Karl Weierstrass en Berlín, donde trabajó como profesor hasta 1917.

mann Schottky —padre de Walter Schottky, premio nobel de Física en 1911— y Ferdinand Georg Frobenius¹⁹. De Berlín se trajo Rey Pastor fundamentalmente dos ideas que marcaron su trabajo como investigador: su crítica a los estudios de geometría mediante la introducción del método de Staudt (Eduardo Torroja se había apoyado en este método, en detrimento del análisis), y el convencimiento de crear en España un *seminario matemático* que despertara el espíritu investigador.

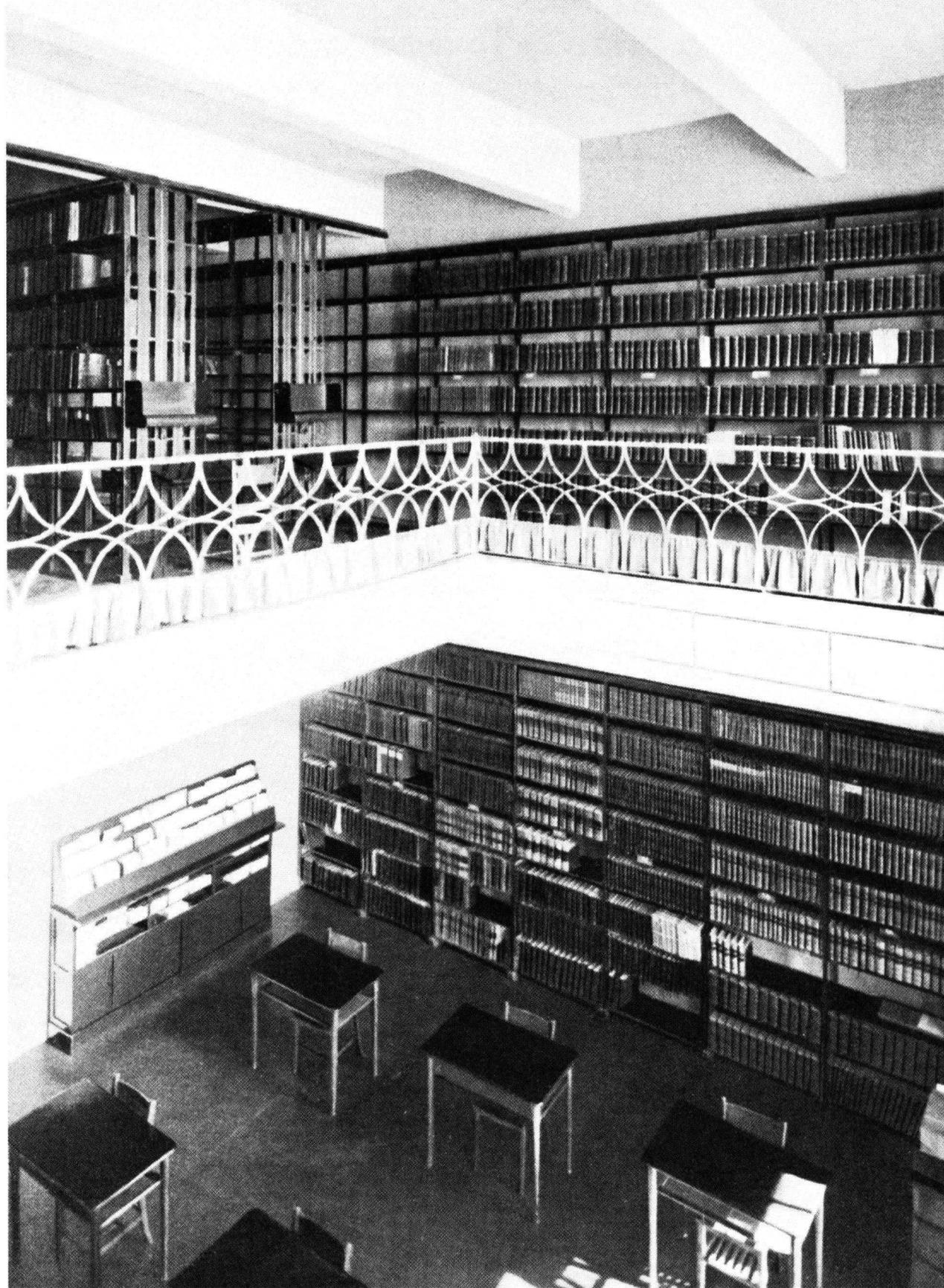
En 1913, Rey Pastor solicitó una nueva pensión a la JAE para realizar en Francia, Alemania e Italia estudios de análisis matemático superior. Aunque encontramos diferencias entre los propósitos manifestados en la solicitud y lo que realmente hizo, sí es cierto que pudo trabajar de nuevo en centros extranjeros. En la *Memoria* del curso 1914-1915 se menciona que el matemático español permaneció en Gotinga durante todo el tiempo que se prolongó la pensión, asistiendo a los cursos de Constantin Carathéodory²⁰, Richard Courant y Paul Koebe²¹; pero en otro documento —una carta que envió para prorrogar su estancia—, Rey Pastor matiza esta información, contando que los tres primeros meses, de julio a septiembre de 1913, los pasó en la Biblioteca Real y la Biblioteca Universitaria de Múnich estudiando libros escritos por matemáticos españoles del siglo XVI. Los seis meses siguientes, hasta marzo de 1914, siguió los cursos de los profesores Constantin Carathéodory, David Hilbert²² y Richard

19. Ferdinand Georg Frobenius (1849-1917) realizó estudios de Matemáticas en la Universidad de Berlín, bajo la dirección de Leopold Kronecker, Ernst Kummer y Karl Weierstrass, y se doctoró en 1870. Después de un breve periodo como profesor de secundaria, obtuvo una plaza de profesor universitario en Zúrich. En 1891 se trasladó a Berlín para ocupar la plaza que había quedado vacante tras la muerte de Kronecker. Fueron importantes sus trabajos sobre teoría de representación de grupos.

20. Constantin Carathéodory (Berlín, 1873 – Múnich, 1950) comenzó en 1900 sus estudios universitarios en Berlín, donde tuvo como profesores a Frobenius y Schwarz. Se doctoró en 1904 por la Universidad de Gotinga, donde trabajó con Hermann Minkowski. Tras diversas estancias como profesor en Hannover, Breslau, Gotinga y Berlín, se trasladó a Esmirna, y allí trabajó en la universidad. En 1922, después del ataque turco a esta localidad, se vio forzado a viajar a Atenas, ciudad en la que permaneció hasta 1924. Desde allí volvió a Múnich, donde retomó su carrera científica. Hizo importantes contribuciones al cálculo de variaciones y a la teoría de funciones de variable real, y logró resultados interesantes sobre la relación entre las ecuaciones diferenciales y el cálculo de variaciones. Publicó varios libros, entre los que destaca *Funktionentheorie* (1950). También cabe citar sus aportaciones en los campos de la termodinámica, la teoría especial de la relatividad y la geometría óptica.

21. Paul Koebe (Luckenwalde, 1882 – Leipzig, 1945) ingresó en 1900 en la Universidad de Kiel, pero tras el primer semestre se trasladó a la de Berlín, donde realizó su tesis bajo la dirección de Herman Schwarz. Entre 1904 y 1905 estudió en la Technische Hochschule de Charlottenburg. Desde 1910 trabajó como profesor de Matemáticas en la Universidad de Leipzig, y a partir de 1914 lo hizo en la de Jena. En 1926 regresó a Leipzig.

22. David Hilbert (Kaliningrado, 1862 – Gotinga, 1943) fue catedrático en la Universidad de Gotinga, donde creó una importante escuela. Realizó aportaciones muy interesantes en distintos campos de las matemáticas: álgebra, geometría, análisis de funciones, física matemática y cálculo de variaciones, entre otros. Los veintitrés problemas que propuso hace un siglo supusieron un reto importante para los matemáticos del siglo XX.



Courant²³ sobre representación conforme, mecánica analítica y ecuaciones diferenciales e integrales, respectivamente. Durante ese tiempo también asistió a los seminarios de Lev Davidovich Landau y de Carl Runge²⁴, con quienes trabajó en temas de geometría. Cecilio Jiménez de Rada, firmante del informe que precisaba la JAE para prorrogar las pensiones, calificó la estancia de Rey Pastor de «asombrosa, tanto por lo extensa como por la altura científica e importancia de las cuestiones estudiadas».

El Laboratorio y Seminario Matemático: un nuevo espacio de investigación y enseñanza

Siguiendo con las ideas asimiladas en sus estancias en el extranjero, en 1915 Rey Pastor participó en la creación del Laboratorio y Seminario Matemático. Dependiente a partir de 1918 del Instituto Nacional de Ciencias, fue organizado por la JAE para cubrir el área de la investigación matemática, y, de hecho, acaparó una parte importante de los trabajos realizados entonces en España sobre esta materia.

En el discurso que pronunció Rey Pastor en 1961, en contestación al de ingreso de Sixto Ríos en la Academia de Ciencias, recordaba la gestación del Laboratorio Matemático y la participación que en ella había tenido José Ortega y Gasset: «Coincidente con Ortega en la existencia de simbiosis entre las diversas actividades científicas, discutí, con todo el respeto que me inspiraba el gran vidente del problema español, mi optimismo fortificado tras la convivencia con los estudios alemanes. No había ninguna tara racial; y si la había, estaba por probarse, pues desde el siglo XVI el talento español, aislado del mundo, se había enquistado como un tumor, según decía Cajal, cuyo ejemplo debía animarnos para imitarle en su aventura victoriosa. Enfervorizado así

23. Richard Courant (Lubliniec, Polonia, 1888 – Nueva York, 1972) estudió a partir de 1907 en Gotinga, donde fue discípulo de David Hilbert, con quien también realizó su tesis, y se doctoró en 1910. La Primera Guerra Mundial interrumpió su trabajo, pero en diciembre de 1918 volvió a Gotinga y retomó su carrera de investigador. En 1922 creó un Instituto de Matemáticas en la universidad y publicó junto a su maestro un libro de gran interés: *Methoden der mathematischen Physik*. En 1933, tras la llegada de los nazis, tuvo que abandonar Gotinga. Primero viajó a Suiza, pero el desarrollo de los acontecimientos le llevó a instalarse en Nueva York. Allí, y siguiendo el modelo del instituto que había creado en Gotinga, organizó un centro de investigación de matemáticas aplicadas, germen del Instituto de Ciencias Matemáticas de la Universidad de Nueva York, que él mismo dirigió entre 1953 y 1958.

24. Carl Runge (1856-1927), físico matemático alemán, desarrolló métodos numéricos —todavía usados hoy día— para resolver las ecuaciones diferenciales que aparecían en sus investigaciones de los espectros atómicos. Estudió en la Universidad de Múnich, pero después se trasladó a la de Berlín para trabajar con Karl Weierstrass. También trabajó con Leopold Kronecker sobre problemas de álgebra. En 1904, Félix Klein convenció a sus colegas de Gotinga para crear la única cátedra en Alemania de Matemáticas Aplicadas, y Runge fue el primer y único ocupante de ese puesto. Posteriormente colaboró con Klein en la modificación de los programas de estudio de Matemáticas en Alemania, que a partir de entonces incluyeron las Matemáticas Aplicadas.



Caricatura de Julio Rey Pastor, realizada por estudiantes argentinos para la *Revista del Centro de Estudiantes de Ingeniería*, núm. XVIII, Buenos Aires, 1917.

el gran filósofo y sobreponiéndose a su escepticismo, apadrinó el modestísimo Seminario de Matemáticas en 1918, y él mismo logró el apoyo legal y material de la inolvidable Junta encargada del fomento de la investigación científica en España, cuyas figuras señeras, que hoy echamos muy de menos, eran Cajal, Bolívar y Castillejo, con la colaboración asidua de don Ramón Menéndez Pidal».

El Laboratorio y Seminario Matemático, consecuencia de los viajes de Rey Pastor por Alemania, obedecía al propósito de tratar de vencer la tendencia al aislamiento y al individualismo de los matemáticos españoles, así como al intento de convertir la matemática en una actividad normal entre los investigadores. Primero quedó instalado en los sótanos de la Biblioteca Nacional, después pasó a un modesto piso de la calle Santa Teresa y finalmente se trasladó al edificio del Centro de Estudios Históricos.

En el libro de actas de la JAE quedaron recogidos en seis puntos los objetivos perseguidos: mantener al día la información de la matemática, procurando servir de órgano de difusión y de consulta a los pueblos de lengua española; publicar, en forma de revista o cuadernos, tanto trabajos originales como recensiones, extractos, críticas y noticias del movimiento científico matemático del mundo que señalen nuevos rumbos o que puedan servir de estimulante y guía para los matemáticos de lengua española; acoger, facilitar libros y orientación y, si es necesario y posible, otorgar un pequeño auxilio pecuniario a cualquier matemático que desee hacer trabajos científicos puros; invitar a matemáticos extranjeros a dar cursos de Laboratorio; ser órgano para la transformación de la enseñanza matemática en España, dirigiendo la que se dé en el Instituto-Escuela de Madrid, preparando a los aspirantes al Magisterio de dicho Instituto, editando libros elementales y publicando instrucciones y consejos sobre enseñanza matemática; y servir a la Junta de ponencia técnica para el envío de pensionados al extranjero, contribuyendo de ese modo a la renovación del personal docente.

El Laboratorio y Seminario Matemático incorporó entre sus miembros a los mejores matemáticos de la época. Junto a Rey Pastor estuvieron Sixto Cámara, Pedro Pineda y José Gabriel Álvarez Ude. Este último se incorporó en octubre de 1916, como director de los Trabajos Geométricos. José María Plans y Freyre se unió a comienzos del curso 1917-1918, y sus estudios sobre cálculo diferencial absoluto y relatividad constituyeron un hito en la introducción de la teoría relativista en España. Los trabajos realizados en el Laboratorio Matemático fueron publicados en *Revista de la Sociedad Matemática Española* y *Revista Matemática Hispano-Americana*, ambas editadas por la Sociedad Matemática Española; la última de ellas adquirió un considerable prestigio, convirtiéndose pronto en el principal órgano de expresión de los matemáticos españoles e

iberoamericanos. Y, al igual que el Laboratorio de Investigaciones Físicas, el Laboratorio Matemático también contó con su propio medio de expresión: las Publicaciones del Laboratorio y Seminario Matemático.

Fueron varias las líneas de investigación que se iniciaron en el seno del Laboratorio Matemático. Junto a las aportaciones de Sixto Cámara, José María Íñiguez, José Barinaga, Tomás Rodríguez Bachiller, Ricardo San Juan, Sixto Ríos, Luis A. Santaló, Manuel Balanzat y tantos otros, hay que destacar también los primeros años de investigadores como Fernández Baños, que trabajó sobre los espacios complejos n -dimensionales, desarrollando ideas ya planteadas por Rey Pastor; Rodríguez Sanz, quien estudió los grupos de sustituciones que transforman en sí mismos los recintos múltiplemente conexos, así como los métodos para hallar recintos automorfos; Casarrubios, que investigó sobre la antiproyectividad en las figuras complejas de segunda categoría; y Pedro Pineda, centrado en la representación conforme.

El Instituto Nacional de Física y Química: la seña de identidad

La creación del Instituto Nacional de Física y Química es el primer ejemplo de gran patrocinio privado dedicado a la ciencia en España.²⁵ Gracias a la importante donación que hizo al Estado español la Fundación Rockefeller, el Laboratorio de Investigaciones Físicas abandonó las instalaciones que desde 1910 había ocupado en el Palacio de la Industria y las Bellas Artes y pasó a un nuevo edificio construido expresamente, también en los Altos del Hipódromo. Este nuevo emplazamiento fue inaugurado por el ministro de Instrucción Pública, Fernando de los Ríos, el 6 de febrero de 1932. De este modo, el antiguo laboratorio se convirtió en un flamante centro de investigación, llamado oficialmente Instituto Nacional de Física y Química, pero conocido por todos como «el Rockefeller». En el acto de inauguración estuvieron presentes los profesores Arnold Sommerfeld, uno de los líderes mundiales en física cuántica, el químico y premio nobel Richard Willstätter, el físico Pierre Weiss, Otto Hönigschmidt y el también físico Paul Scherrer. Tiene interés detenernos en ver quiénes fueron los protagonistas de esta historia y conocer la situación, los factores y las circunstancias que llevaron a que en 1923 una institución americana como la Fundación Rockefeller optara por apoyar un centro de estas características en España.

25. Thomas F. Glick, «La Fundación Rockefeller en España: Augustus Trowbridge y las negociaciones para el Instituto Nacional de Física y Química, 1923-1927», en José Manuel Sánchez Ron (coord.), 1907-1987. *La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después*, cit., págs. 281-300.

La Fundación Rockefeller, a través de su programa de educación, había estado interesada desde su creación en fomentar y favorecer estudios sobre temas de salud pública y educación médica. En 1922, Wycliffe Rose —con quien José Castillejo, secretario de la JAE, había ya entrado en contacto en 1919, en el viaje que realizó a Nueva York con el propósito de conocer el programa que éste dirigía en la International Education Board de la Fundación— vino a España, donde tuvo un primer contacto con la situación de nuestro país. En 1923, Rose fue nombrado director de la International Education Board, lo que abrió la posibilidad para que los programas de ayuda que habían puesto en marcha para los americanos se extendieran también a algunos países extranjeros. En ese mismo año, Rose realizó un viaje por Europa para conocer las instituciones y los programas de investigación que podían tener interés para la Fundación. Madrid fue uno de los lugares por él visitados. Con la excepción del médico Juan Negrín, la mayor parte de sus contactos los estableció con investigadores vinculados al mundo de la física y la química. Se entrevistó con Blas Cabrera y con Enrique Moles; también lo hizo con José Casares Gil, Miguel Catalán, E. Hauser (de la Escuela de Minas), Antonio Madinaveitia y Juan López Soler, un bioquímico que había disfrutado de una beca del Instituto Rockefeller entre 1916 y 1919.

El siguiente paso en las negociaciones hay que situarlo en abril de 1925, cuando Augustus Trowbridge visitó Madrid. Era entonces el responsable de las operaciones en Europa de la International Education Board; había sido profesor de Física en la Universidad de Princeton y era reconocido por todos como un gran especialista en instrumentación. Fruto de este viaje fue la firma de un acuerdo entre la JAE y la International Education Board en septiembre del mismo año. Pero el proyecto se dinamizó al año siguiente. Entonces, Trowbridge volvió a nuestro país y, tras mantener diversas conversaciones con los investigadores más directamente ligados al proyecto, encargó a los arquitectos que prepararan unos planos preliminares donde se incluyeran las ideas y las necesidades que le habían sido planteadas, sobre todo por Cabrera y Moles. La Fundación Rockefeller aprobó un gasto de 420.000 dólares para la construcción del edificio. Para resolver las cuestiones generadas por la puesta en marcha del proyecto se formó un comité que presidió el duque de Alba y en el que también estuvieron José Castillejo, Blas Cabrera y Ángel del Campo. La solicitud formal, firmada por Cajal como presidente de la JAE, fue enviada a la International Education Board en febrero de 1926. Por último, un terreno próximo a la Residencia de Estudiantes se puso a la venta a finales de ese mismo año, y Castillejo obtuvo el compromiso de que el Gobierno lo adquiriría para cederlo posteriormente a la JAE. Ésta sería la aportación española al proyecto.

En 1927 se convocó el concurso²⁶ para la construcción del nuevo edificio; concurrieron siete proyectos, casi todos ellos firmados por arquitectos de las jóvenes generaciones de la Escuela de Arquitectura de Madrid: Miguel de los Santos y Agustín Aguirre rubricaban uno, Manuel Sánchez Arcas y Luis Lacasa suscribían otro, y a nivel particular se presentaban Pedro Benevent, Francisco Íñiguez, Carlos López Romero, Benito Guitart y Manuel Martínez Chumillas. El jurado del concurso lo formaron dos prestigiosos arquitectos—Ricardo García Guereta y Luis Bellido—y tres científicos vinculados al mundo de la JAE—José Rodríguez Carracido, Julio Palacios y José Casares Gil.

Durante dos meses, Enrique Moles y Miguel Catalán viajaron a Francia, Alemania, Dinamarca y Holanda. En este recorrido estuvieron acompañados por los arquitectos que habían ganado el concurso de la dirección de las obras de construcción del Instituto: Luis Lacasa y Manuel Sánchez Arcas. El objetivo era ver y estudiar, en los laboratorios de física y química de estos países, la mejor forma de equipar y organizar estos nuevos espacios de experimentación españoles. De nuevo aquí se trataba de buscar modelos—de instrumentos, instalaciones, organización de espacios, etc.—que favorecieran el desarrollo de la investigación.

El recorrido que realizaron por Europa fue largo, y los lugares visitados ponen de manifiesto la ambición del proyecto. Conocieron centros como el Physikalisch-Technische Reichsanstalt, en Berlín, entonces dirigido por el profesor Paschen. En Postdam visitaron la Torre Einstein y el laboratorio del profesor Crotrian; en Amsterdam, el del profesor Zeeman; y en Copenhague, el del profesor Bohr. A estos lugares hay que añadir otros que Moles y Catalán conocían bien. Este último, como ya se ha dicho, había estado en 1920 pensionado por la JAE en Londres para trabajar con A. Fowler, uno de los espectroscopistas más destacados de su tiempo, en el Royal College of Science, germen de lo que luego fue el Imperial College of Science and Technology. Importante resultó también la estancia de Catalán durante el curso 1924-1925—esta vez subvencionado por la International Education Board de la Fundación Rockefeller— en el Instituto de Física Teórica de la Universidad de Múnich, entonces dirigido por el famoso físico teórico alemán Arnold Sommerfeld, con quien Catalán ya había establecido relación tras la visita que éste había realizado a Madrid en 1922, invitado por las facultades de Ciencias y Farmacia. Entre los laboratorios que conocía bien Enrique Moles destacan los del Physikalisch Institut, Physikalisch-Chemisches Institut y Anatomisches Institut, los tres de la Universidad de Leipzig; el Laboratorio de

26. «Concurso de anteproyectos para el Instituto Nacional de Física y Química de la Fundación Rockefeller», *Arquitectura*, año X, núm. 105, 1928, págs. 8-15.

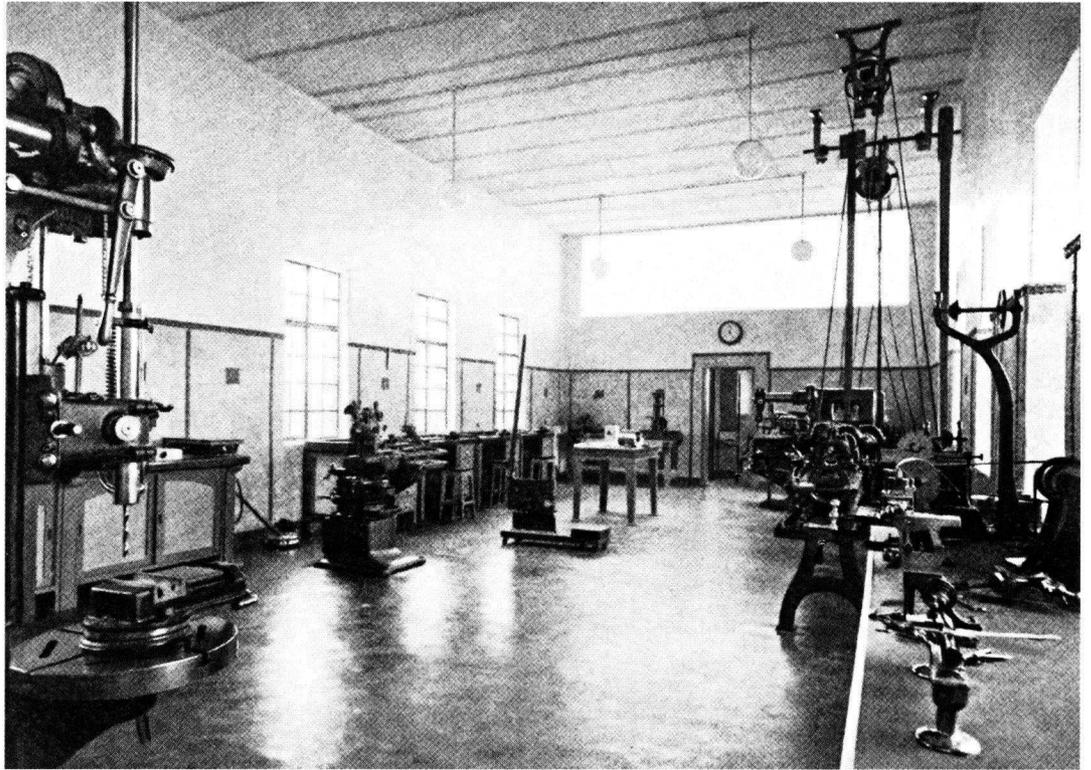
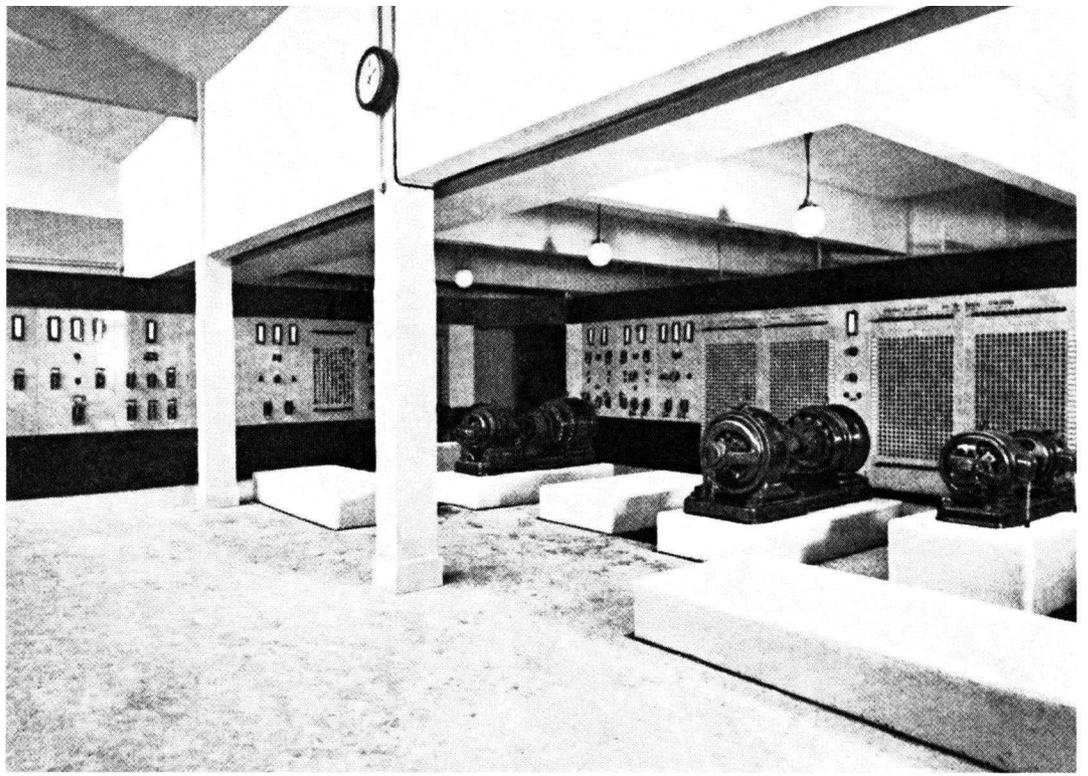
Física de Pierre Weiss en la Escuela Politécnica Federal de Zúrich; y el Laboratorio de Química Teórica del profesor Phippe A. Guye en la Universidad de Ginebra.

La construcción del nuevo edificio se inició en enero de 1929, y prácticamente estuvo terminado en agosto de 1931. Se organizó en tres áreas: un sótano, donde se instaló todo lo preciso para trabajos de física moderna; y dos plantas, una de ellas dedicada a trabajos de química-física y la otra a los de química pura. Además, el edificio contó con salas de máquinas y de acumuladores, un taller, una biblioteca y una moderna sala de conferencias. Otras características técnicas nos sitúan ante lo que significó un edificio como éste en la España de comienzos de los años treinta: contaba con calefacción y agua caliente central; en los laboratorios de química se instaló un sistema de extracción del aire enrarecido, y para el resto del edificio se montaron unos ventiladores generales que renovaban el aire filtrando el paso del exterior.

Los laboratorios que en este centro se montaron sin duda tenían más que ver con lo que habían observado en el extranjero Moles, Catalán, Cabrera y todos los investigadores que habían viajado gracias a las pensiones de la JAE, que con los laboratorios de las facultades de Ciencias españolas. Con la construcción del Instituto Nacional de Física y Química se dio un paso más en la importación de modelos: a los instrumentos y las prácticas científicas y a los nuevos sistemas experimentales se añadió la importación de otro modelo, el de un gran centro de investigación en torno al que se articula todo un espacio de saberes y conocimientos.

Arquitectónicamente, este edificio es considerado un hito de la arquitectura española del primer tercio de siglo por su extremado racionalismo. A esta consideración hay que añadir otra faceta no menos importante: la de edificio que simboliza esta ampliación de la que venimos hablando. Por un lado, el contenedor o continente es el resultado de todo un proceso científico de investigación (concurso, viajes, contacto con centros de excelencia extranjeros). Por otro, el contenido —y esto es aplicable igualmente al Laboratorio y Seminario Matemático— reúne unos desarrollos científicos punteros y acordes con aquello en lo que se trabajaba en los centros similares extranjeros de la época, y hace pensar en unas necesidades espaciales específicas para la ciencia —como, por ejemplo, que no vale cualquier espacio para un laboratorio— y en unas políticas capaces de ordenar e impulsar la investigación; ya nadie duda en situar en el entorno de la JAE los inicios de la política científica en España.²⁷ La creación de este

27. Ana Romero de Pablos y María Jesús Santesmases (eds.), *Cien años de política científica*, Madrid, Fundación BBVA (en prensa).



Sala de máquinas del Instituto Nacional de Física y Química, Madrid, años treinta.

Laboratorio del Instituto Nacional de Física y Química, Madrid, años treinta.

centro constituye una buena referencia del ensanchamiento de la vida científica española de la que hemos venido hablando, pero este crecimiento no sólo es una ampliación espacial, sino también epistémica, en cuanto a que supone un ordenamiento general de buena parte de la misma. La importancia de las voluntades políticas ejemplificada en la gestación del Instituto Nacional de Física y Química fue clara, pero este empuje no habría sido el mismo si los trabajos y las líneas de investigación que se desarrollaron en los distintos laboratorios de la JAE no hubieran tenido el peso que tuvieron. Este trabajo recoge unas trayectorias —las de cuatro científicos— insertas en otra trayectoria más amplia —la de la física, la química y las matemáticas españolas y europeas del primer tercio del siglo XX—, difícil de entender al margen de un tiempo y un espacio determinados. La ampliación de estudios, de formación y de conocimientos, y el impulso a la mejor circulación de los mismos, que el Estado promovió a través de la JAE, tuvieron su más claro ejemplo en el Instituto Nacional de Física y Química —la ampliación del espacio de investigación y también el lugar donde atesorar saberes—. La JAE propició el crecimiento de sus investigadores, los hizo empaparse de nuevas técnicas y prácticas científicas que ellos trajeron a España, y, al mismo tiempo, favoreció que sus investigadores se convirtieran en embajadores en el exterior de los trabajos que se estaban realizando en los laboratorios españoles. El Instituto Nacional de Física y Química se tornó, de la misma manera, en la seña de identidad, en el emblema, de la ciencia española de la época.

