

MUJERES EN LAS CIENCIAS FISICO-QUIMICAS EN ESPAÑA: EL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS Y EL INSTITUTO NACIONAL DE FISICA Y QUIMICA (1910-1936)*

CARMEN MAGALLON
Universidad de Zaragoza

RESUMEN

Este artículo saca a la luz la identidad y contribuciones de las investigadoras españolas en física y química que trabajaron en los laboratorios acogidos al Instituto Nacional de Ciencias en las décadas de 1910 y 1920 y en el Instituto Nacional de Física y Química (INFQ) en la década de 1930, hasta el estallido de la Guerra Civil Española (1936-39). En la primera parte se dan a conocer las que colaboraron en el Laboratorio de Investigaciones Físicas y en los Laboratorios de Química de la Facultad de Farmacia.

ABSTRACT

This paper sheds light on the identity and contributions of Spanish women who researched in physics and chemistry at the laboratories run by the National Institute of Sciences in Madrid, from 1910 to 1930, and at the National Institute of Physics and Chemistry from 1930 until the outbreak of the Spanish Civil War (1936-39). The first part focuses on the women who collaborated in the Physics Research Laboratory and in the Chemistry Laboratories of the Pharmacy Faculty.

* Este trabajo es parte de la tesis doctoral de la autora, titulada *Las mujeres en las ciencias físico-matemáticas en España en el primer tercio del siglo XX: su participación en el Instituto Nacional de Física y Química*. Dirigida por la profesora Elena Ausejo, fue leída en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza el 27 de septiembre de 1996.

En la segunda parte se hace un estudio más pormenorizado de todas aquellas que trabajaron en el INFQ: perfil sociológico, académico y profesional, becas y publicaciones, distribución por secciones e inserción en las distintas líneas de investigación.

En la ciencia española del primer tercio del siglo XX, este grupo humano puede considerarse como una comunidad, en el sentido de ser un conjunto de personas que comparten un contexto con rasgos que les afectan de manera específica, y que en este caso se originan a raíz de la pertenencia a uno de los dos sexos. Conocer su existencia y sus logros nos permite afirmar que el protagonismo en la ciencia española de este periodo no correspondió en exclusiva a los varones.

The second part provides global and more detailed data of those female scientists who worked at the National Institute of Physics and Chemistry: sociological, academic and professional profile, scholarships and publications and their contributions to the different areas of research developed by the sections of the National Institute.

In the context of Spanish science during the first third of the 20th century, this group of people can be considered a community in the sense that they shared a common context determined by the fact that all of them belonged to the female sex. The knowledge of their very existence and accomplishments allows us to state that the central role in Spanish science during the period under study did not belong exclusively to men.

Palabras clave: Mujer y Ciencia, Género y Ciencia, Física, Química, España, Siglos XIX-XX, D. Barnés, J. V. Arnal, P. Cierva, T. Toral, T. Salazar.

1. Mujeres en las ciencias físico-químicas, en el Instituto Nacional de Ciencias (1910-30)

El Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales se crea por Real Decreto de 27 de mayo de 1910 con el fin de

"facilitar la preparación de los pensionados en el extranjero, aprovechar los conocimientos de los que regresan, dar ocasión a la juventud que sale de las Universidades y Escuelas superiores para dedicarse a estudios especiales y reunir en una colaboración intensa elementos antes dispersos"¹.

Se forma contando con algunos centros oficiales ya existentes, como los Museos de Ciencias Naturales y Antropología, el Jardín Botánico y el

Laboratorio de Investigaciones Biológicas, donde trabaja Santiago Ramón y Cajal. A éstos se añaden una serie de centros, cursos y trabajos de cuya creación, sostenimiento y gestión se encarga la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE). Así, se crea la Estación Alpina de Biología, establecida en la Sierra de Guadarrama, y el Laboratorio de Investigaciones Físicas, que se instaló en el Palacio de Industria, en los altos del Hipódromo, bajo la dirección de Blas Cabrera. Más tarde se añadirán la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas y, en marzo de 1915, el Laboratorio y Seminario Matemático, dirigido por Julio Rey Pastor². El primer presidente del Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, que a partir de 1916 pasa a denominarse Instituto Nacional de Ciencias, fue Santiago Ramón y Cajal, al mismo tiempo presidente de la JAE. El nuevo organismo queda encomendado a la JAE.

Ciñéndonos a la física y la química, los trabajos comprendidos en este campo y bajo la gestión del Instituto Nacional de Ciencias van a llevarse a cabo: 1) en el Laboratorio de Investigaciones Físicas (LIF), creado y sostenido totalmente por la JAE; 2) en los laboratorios de química de la Facultad de Farmacia, que ofrece sus instalaciones en horario compatible con las obligaciones docentes, haciéndose cargo la JAE de los gastos; y 3) en el Laboratorio de Química de la Residencia de Estudiantes varones.

La política de pensiones de la JAE comenzará a dar sus frutos a principios de los años 20 cuando ya

"no hay ninguna Universidad española donde no exista un núcleo, mayor o menor, de profesores formados en el extranjero, que mantienen la comunicación con la ciencia universal"³.

Los equipos de investigación en física y química, prácticamente inexistentes a principios de siglo, se van consolidando, siendo el núcleo más destacado el formado por Blas Cabrera, Enrique Moles, Julio Palacios y Miguel A. Catalán, todos ellos investigadores en el LIF. Sus logros, reconocidos internacionalmente, merecieron la atención de la Fundación Rockefeller, que en la década de 1920 iniciará negociaciones con el gobierno español para la donación al país de un centro de investigación, finalmente de física y química. El nuevo edificio será el Instituto Nacional de Física y Química. Parece ser que, en principio, la Fundación Rockefeller no buscaba en España la promoción de estas ciencias,

"pero al visitar aquellas dependencias situadas en los altos del viejo hipódromo y a la vista de la repercusión de los trabajos llevados a cabo por los

profesores antes citados -Cabrera, Palacios, Moles y Catalán- no lo pensaron más y decidieron poner a disposición del Gobierno Español [420.000 dólares, alrededor de] cuatro millones de pesetas, para levantar el nuevo Instituto siempre y cuando el Gobierno se comprometiera a sostenerlo con largueza" [BRU VILASECA, 1982, p. 89].

Los equipos anteriormente establecidos en el LIF y en el Laboratorio de Química Orgánica y Biológica de la Facultad de Farmacia trasladarán sus trabajos al nuevo instituto, que es oficialmente inaugurado el 6 de febrero de 1932.

La presencia de las mujeres en estos laboratorios a lo largo de la década de 1910 será prácticamente inexistente. Debido a que la formación universitaria de las españolas comienza tarde -el mismo año, 1910, en que se crea el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales (INC) son admitidas de pleno derecho en la Universidad- parece imposible de todo punto que fuera de otro modo. Tan sólo la que sería pionera en la Sociedad Española de Física y Química (SEFQ), Martina Casiano Mayor, profesora de la Escuela Normal Superior de Maestras de Bilbao, trabajará durante unos meses en uno de los laboratorios del INC. En 1911, Casiano disfruta de una pensión de 6 meses en Madrid, en el Laboratorio de Química de la Facultad de Farmacia, donde, bajo la dirección de Casares y Piña, se prepara en análisis químico cualitativo y cuantitativo antes de viajar -pensionada de nuevo- a la Universidad de Leipzig por un año. Allí trabajará en electroquímica con los profesores Schaefer, Hantzsch y Wiener⁴.

En la segunda mitad de la década de 1910, la I Guerra Mundial generó nuevas exigencias que desembocarán en la potenciación de algunas ramas de las ciencias físicas, químicas, biológicas y médicas. Al mismo tiempo, los problemas de distribución de algunos productos y material de laboratorio impondrían limitaciones al tipo y cantidad de trabajos, así como al número de alumnos que podían aceptarse⁵. Será en la década de 1920 cuando, pese a que las condiciones sociales españolas -tanto socioeconómicas como ideológicas- seguían sin favorecer la dedicación de las mujeres al estudio y menos aún a la investigación científica, asistiremos a su paulatina incorporación a trabajos de química, química física y rayos X. Así, desde 1920 hasta 1930, en las *Memorias de la JAE* aparecen reseñadas, en los distintos laboratorios incluidos en el estudio, 17 mujeres diferentes. Además algunas de las que se inician en la investigación a lo largo de esta década continuarán en los años 30 en el INFQ. Es el caso de M^a Teresa Salazar y Carmen García Amo (química física); el de Felisa Martín (rayos X) y el de Carmen Gómez Escolar (química

orgánica). En el siguiente apartado se pormenorizan la identidad y los trabajos más relevantes de estas mujeres.

1.1. El Laboratorio de Investigaciones Físicas

El Laboratorio de Investigaciones Físicas (LIF) es creado oficialmente por la JAE en 1910. Consta de cuatro secciones: Metrología, Electricidad, Espectrometría-Espectrografía y Química-Física, y está bajo la dirección de Blas Cabrera. En los primeros años se llevan a cabo trabajos de Física y Prácticas de Física, dirigidos por Blas Cabrera; de Química-Física, por Enrique Moles y Julio Guzmán; de Magnetoquímica, dirigidos por Blas Cabrera y Enrique Moles; de Electroquímica y Electroanálisis, por Julio Guzmán y de Espectrografía, dirigidos por Angel del Campo. A finales de la década se iniciarán de Óptica, dirigidos por Manuel Martínez Risco; de Termología, por Julio Palacios y de Química de los Complejos Minerales, por Angel del Campo⁶.

El Cuadro 1 recoge las mujeres presentes en estas líneas de investigación: en los trabajos dirigidos por Julio Palacios sobre rayos X y estructura de los cristales, Felisa Martín Bravo (1922-26) y Pilar Alvarez Ude (1928-30); en los de química-física, electroquímica y electroanálisis, bajo la dirección de Enrique Moles, Francisca Lorente y Carmen Pradel (1920-22), Carmen Pradel (1922-26), Carmen Pradel y Teresa Salazar (1926-28), y Teresa Salazar y Carmen García Amo (1928-30). En las otras dos secciones no hubo ninguna mujer a lo largo de estos años.

Cuadro 1. *Mujeres en el Laboratorio de Investigaciones Físicas (1910-30)*

Periodo	Química Física	Rayos X	Prácticas Física
1910-1920	0	0	0
1920-1922	Francisca Lorente Carmen Pradel	0	0
1922-1924	Carmen Pradel	Felisa Martín	Felisa Martín
1924-1926	Carmen Pradel	Felisa Martín	0
1926-1928	Carmen Pradel Teresa Salazar	0	0
1928-1930	Teresa Salazar Carmen García Amo	Pilar Alvarez Ude	0

Fuente: *Memorias de la JAE*. Elaboración propia

Felisa Martín Bravo, que será la primera española doctorada en ciencias físicas, en 1926, es también la primera en incorporarse al LIF, a principios de la década de 1920. Asiste, junto a 7 señores, a las Prácticas de Física (B. Cabrera y J. Torroja), para pasar después a colaborar, ya desde sus inicios, en la puesta en marcha y primeros trabajos llevados a cabo por Julio Palacios sobre rayos X y estructura de los cristales. En las Memorias de la JAE se lee:

"La enorme importancia adquirida recientemente por este género de trabajos y la necesidad de completar, mediante el análisis de la estructura cristalina, las investigaciones magnéticas llevadas a cabo por el señor Cabrera en las tierras raras, hicieron sentir la necesidad de montar en este Laboratorio una instalación de espectrometría de Rayos X, que permitiese aplicar los métodos de Laue, Bragg y Debye-Scherrer a la resolución de dichos problemas. Se encuentran ya en camino los aparatos necesarios; pero, entre tanto, y con objeto de adquirir la práctica necesaria para su manejo, se ha construido una instalación provisional utilizando una gran bobina con interruptor Rotax y un primitivo espectrómetro de Bragg, que ya existían en el Laboratorio. El espectrómetro ha sido completado, añadiéndole un chasis que permite fotografiar los espectros de Rayos X por el método del cristal giratorio, o bien emplear la cámara de ionización, como de ordinario.

A estos trabajos preliminares asisten la señorita Felisa Martín Bravo y el señor Candel, habiéndose obtenido excelentes fotografías de la serie L del tungsteno, con cristales de sal común de Cardona, proporcionados amablemente por el Museo de Ciencias Naturales. De este modo se han podido efectuar una serie de prácticas, tales como la medición de la distancia del eje de rotación del cristal a la placa fotográfica, identificación de rayas y medida de su longitud de onda, cálculo de la tensión eléctrica a que se halla sometido el tubo, etc., lográndose una precisión en las medidas sumamente satisfactoria, si bien no merecen éstas la pena de ser publicadas por existir ya determinaciones recientes, que merecen mucha más confianza, por haber sido realizadas con aparatos de precisión igual a la de los que va a recibir el laboratorio"⁷.

Desde 1922 hasta 1926 Felisa Martín⁸ se ejercitará junto al padre Enrique de Rafael en el manejo del aparato de rayos X para el estudio de estructuras cristalinas. Los resultados obtenidos en el estudio de las de los óxidos de níquel y cobalto y del sulfuro de plomo, tanto por el método de Bragg como por el de Debye-Scherrer, mediante rayos X, que establecían de modo completo la estructura de estos cuerpos, constituyeron la base de la tesis de doctorado en Ciencias Físicas de Felisa Martín, calificada con sobresaliente⁹. Tras obtener el grado de doctora Felisa Martín viajará a Estados Unidos con la consideración de pensionada. En los años 30 será una de las investigadoras del INFQ.

La Junta había decidido dedicar, por 3 años, la recién creada Cátedra Cajal¹⁰ a los trabajos de rayos X, siendo el profesor P. Scherrer, de la Escuela

Politécnica Superior de Zurich, el primero en hacerse cargo de su desempeño. La fundación Rockefeller concedió a esta sección una importante suma para comprar un *Stabilivolt* con capacidad para producir una tensión de 250.000 voltios¹¹. También A. Lindh y J. Thibaud trabajarán en esta cátedra. En 1928, entre los 5 alumnos que realizan investigaciones personales en la Cátedra Cajal está Pilar Alvarez Ude:

"La señorita María del Pilar Alvarez aplica el método de transformación homológica a la interpretación de los lauegramas obtenidos con láminas de yeso. También se ejercita en el manejo del espectrógrafo de precisión de Siegbahn, con el fin de estudiar la influencia del enlace químico sobre el espectro de emisión del silicio"¹².

Pilar Alvarez Ude, estudiante de Ciencias, será también una de las admitidas al cursillo práctico (se recibieron 12 solicitudes para cubrir 8 plazas) que sobre *Aplicación de los Rayos X en las investigaciones mineralógicas* se realizó en el Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Ya en el curso 1920-21 y como parte del trabajo hacia la tesis doctoral, Francisca Lorente participa en un curso práctico junto a 15 compañeros, candidatos todos a doctor en Ciencias. Junto a ella, la

"señorita C. Pradel ha empezado un estudio de las sales derivadas de los ácidos organobismúticos complejos, en especial de las alcalinas, de aplicación terapéutica, con algunos resultados positivos"¹³.

Carmen Pradel es también candidata a doctora en Farmacia y en su preparación verifica los estudios realizados anteriormente por Portillo sobre las sales alcalinas y alcalinotérreas de los ácidos tartrobismúticos complejos¹⁴.

"Después de una revisión experimental de los métodos propuestos por otros autores y de una revisión de resultados ya conocidos, la señorita Pradel ha conseguido obtener y analizar una serie de compuestos nuevos en la bibliografía química, entre ellos dos sales amónicas, una sódica, una potásica, una cálcica y una estróncica. Ha podido, así mismo, poner de manifiesto cierto número de errores en la bibliografía de los compuestos análogos, y ha confirmado la existencia de amoniacatos de los complejos oxalatobismúticos. Los resultados alcanzados por la señorita Pradel han constituido la tesis presentada para alcanzar el grado de Doctor en la Facultad de Farmacia"¹⁵.

Carmen Pradel fue socia de la Sociedad Española de Física y Química desde 1921 y en su día fue considerada, erróneamente, la primera mujer de esta sociedad -de hecho la primera había sido Martina Casiano, socia ya en 1912-;

en las listas de socios aparece trabajando en la Sección de Química-Física del LIF desde 1921 hasta 1929.

Hacia finales de la década de los 20 Teresa Salazar y Carmen García Amo se encuentran entre los asistentes -ellas dos junto a 9 señores- a los cursos prácticos de electroquímica, electroanálisis y química-física, llevados a cabo bajo la dirección de E. Moles¹⁶. Teresa Salazar comenzará así su vinculación con el LIF. Su trayectoria investigadora, unida a la revisión de pesos atómicos, pasará -como veremos- por el INFQ, en donde continuará hasta 1936.

"La confirmación de la naturaleza mixta del átomo de carbono ha dado nueva actualidad a la revisión del peso atómico de este elemento, objeto de numerosos trabajos anteriores (de Batuecas y de R. Pire). Por este motivo se ha juzgado interesante confirmar el resultado obtenido en el caso del óxido de carbono por Rodríguez Pire y que conduce realmente a un peso atómico ligeramente superior a 12.000. La tarea se está realizando en colaboración con la señorita María Teresa Salazar, quien actualmente efectúa la preparación por diferentes métodos, y la revisión de la densidad del mismo gas óxido de carbono"¹⁷.

Doctorada en Química a finales de 1931, Teresa Salazar disfrutará más tarde de una pensión de la JAE en París, será profesora auxiliar de la Facultad de Ciencias de Madrid y llegará a ser una de las más cercanas colaboradoras de Moles, con quien -ya en la etapa del INFQ- realizará varias publicaciones.

1.2. Laboratorios de Química de la Facultad de Farmacia

Los laboratorios de la Facultad de Farmacia a considerar son dos: 1) el Laboratorio de Análisis Químico, que se halla bajo la dirección de José Casares y 2) el Laboratorio de Química Orgánica y Biológica, dirigido por José Carracido, con Antonio Madinaveitia como ayudante.

1.2.1. El Laboratorio de Análisis Químico

En el Laboratorio de Análisis Químico se llevaban a cabo una serie de trabajos encaminados a completar la enseñanza de los pensionados que iban a ir al extranjero: análisis químico cuantitativo -gravimétrico y volumétrico-, análisis orgánico elemental y métodos sintéticos en química orgánica. También se desarrollaban investigaciones personales sobre temas de análisis o síntesis de medicamentos¹⁸.

Durante la década de 1920 realizarán trabajos en este laboratorio: Carmen Pradel, Carmen Conde y Carmen Miguel (1921-22); Ascensión Vidal (1924-

25); María Luz Navarro, Mercedes Loperena, María del Carmen Brugger y María de los Desamparados Brugger (1925-26); María Luz Navarro, Mercedes Loperena, María del Carmen Brugger y María de los Desamparados Brugger (1926-27); María Luz Navarro (1927-28); Trinidad Salinas y Ascensión Vidal (1928-29); y Trinidad Salinas y María Luz Navarro (1929-30). Esta información se resume en el Cuadro 2, en el que se ha añadido a Martina Casiano, pionera -como se ha dicho- ya en 1911, en el laboratorio de Casares.

Cuadro 2. *Mujeres en el Laboratorio de Análisis Químico de la Facultad de Farmacia (1910-34)*

Años	Nombre	Periodo	Nº Mujeres
1911	Martina Casiano	1910-1920	1
1921-1922	Carmen Pradel Carmen Conde Carmen Miguel	1920-1925	4
1924-1925	Ascensión Vidal		
1925-1927	María Luz Navarro Mercedes Loperena María del Carmen Brugger María de los Desamparados Brugger	1925-1930	6
1927-1928	María Luz Navarro		
1928-1929	Trinidad Salinas Ascensión Vidal		
1929-1930	Trinidad Salinas María Luz Navarro		
1930-1932	Trinidad Salinas María Luz Navarro Isabel Vicedo Carmen Sánchez Carmen Olmedo	1930-1934	7
1932-1933	Josefina Taboada Conchita Carazo		
1933-1934	Trinidad Salinas		

Fuente: *Memorias de la JAE*. Elaboración propia

Durante el curso 1925-1926, *Las señoritas Navarro y Loperena y los señores Cuadrado, Segura y de la Vega hicieron el curso de análisis cualitativo [...] La señorita María de los Desamparados Brugger trabajó también con el señor Casares sobre la química analítica del fluor [...] La señorita María del*

*Carmen Brugger trabajó con el señor Beato en la obtención de complejos*¹⁹, figurando entre las publicaciones del Laboratorio con el título: *Obtención y estudio de algunos complejos de cobalto con aminas cíclicas que pueden emplearse como reactivos específicos de los polisulfuros*²⁰.

Durante el curso 1926-27, aparte del director y ayudante, trabajaron como becarias María Luz Navarro y Mercedes Loperena y como alumnas y colaboradoras María del Carmen Brugger y María de los Desamparados Brugger, junto a 9 señores. Ese año son publicadas las Memorias doctorales de María del Carmen Brugger, *Preparación de complejos de cobalto y anilina y estudio de una reacción muy sensible de los polisulfuros*, y María de los Desamparados Brugger, *Determinación cuantitativa del fluor*. En 1928-29 Ascensión Vidal trabaja en cuestiones de química capilar.

A comienzos de los años 30 empezará su actividad el INFQ, quedando fuera de él, aunque siguen siendo incluidos en el Instituto Nacional de Ciencias, los trabajos químicos de la Residencia de Estudiantes y del Laboratorio de Análisis Químico de la Facultad de Farmacia. En éste último las mujeres que investigan en los años 30 son: Carmen Olmedo, Isabel Vicedo, Carmen Sánchez, M^a Luz Navarro y Trinidad Salinas (1930-32), Josefina Taboada Allú y Conchita Carazo (1932-33), y Trinidad Salinas (1933-34).

Es de destacar María Luz Navarro²¹ que, en colaboración con José Ranedo, trabaja *en el esclarecimiento de la composición del Bálsamo de Canadá y en el estudio de los metales como catalizadores*²² y que, desde 1928, será ayudante en el Laboratorio Foster de la Residencia de Señoritas, hasta ser sustituida por Carmen Sánchez.

Trinidad Salinas y Ferrer, presente en el Laboratorio de Análisis Químico desde 1928, desarrolla sus investigaciones sobre el flúor en animales y plantas, base de su tesis doctoral de título *Estudio de la determinación cuantitativa del flúor y su aplicación a varios productos del reino animal*²³. Durante el curso 1931-32 asistieron a las prácticas de análisis cuantitativo Carmen Olmedo, Isabel Vicedo y Carmen Sánchez, junto a 5 varones; en 1932-33, Josefina Taboada Allú y Conchita Carazo junto a 3 varones; y en 1933-34, únicamente 3 varones.

1.2.2. El Laboratorio de Química Orgánica y Biológica

En el Laboratorio de Química Orgánica y Biológica, dirigido por José Rodríguez Carracido, se estudia la relación entre constitución química y propiedades químicas y farmacéuticas, preferentemente a partir de productos

naturales españoles, así como de diversos medicamentos²⁴. Investigan en esta línea Concepción Espeso²⁵ (1923-25), que hizo un curso de preparaciones orgánicas y estudió la isomería ceto-enol en el ácido salicílico durante el curso 1923-24, y las isomerías en el grupo del ácido cinámico y la constitución de la trujona en el curso 1924-25. También Carmen Gómez Escolar (1928-30) y Natividad Gómez (1929-30). Esta información se resume en el Cuadro 3.

Cuadro 3. *Mujeres en el Laboratorio de Química Orgánica y Biológica (1920-30)*

Periodo	Nombre	Nº Mujeres
1923-1925	Concepción Espeso	1
1928-1929	Carmen Gómez Escolar	1
1929-1930	Carmen Gómez Escolar Natividad Gómez	2

Fuente: *Memorias de la JAE*. Elaboración propia

Es de destacar la presencia en este Laboratorio de Carmen Gómez Escolar, que a partir de 1932 será directora del Laboratorio Foster e investigadora en la Sección de Química Orgánica en el nuevo INFQ. En el curso 1928-29, se prepara aprendiendo las técnicas generales en Química Orgánica. En 1929-30 *C. Gómez estudió un método colorimétrico para la valoración rápida del arsénico en los medicamentos y emprendió un estudio sobre la constitución química de los hipnóticos del grupo del Veronal en las condiciones físicas del organismo*²⁶. Estos trabajos de Carmen Gómez figuran entre las publicaciones de este Laboratorio y también en los *Anales de la SEFQ*²⁷.

1.3. Laboratorios de la Residencia de Estudiantes

En este apartado debieran incluirse los trabajos del Laboratorio Foster que, ubicado en la Residencia de Señoritas, fue organizado en 1920 por Mary Louise Foster, profesora del Smith College (Northampton, Massachusetts, EEUU) que llegaría a España a dirigir el Instituto Internacional para Señoritas. De su éxito dan cuenta las 43 alumnas que realizarán prácticas en el curso 1921-22, más del triple de los 14 que acoge ese mismo año el Laboratorio de la Residencia de Estudiantes varones²⁸. Algunas de las investigadoras del INFQ iniciaron su preparación en este Laboratorio, por ejemplo Dorotea Barnés. No obstante, las *Memorias de la JAE* dejan fuera del Instituto Nacional de Ciencias los informes acerca del Laboratorio Foster, mientras incluyen la información del Laboratorio de Química de la Residencia de Estudiantes varones, dirigido por Ranedo. Ambos realizan tareas análogas,

pues son laboratorios dedicados a la iniciación de los alumnos y alumnas en las técnicas del análisis químico. De su intercambiabilidad da cuenta el hecho de que, por un corto espacio de tiempo, en 1927, mientras se está construyendo un nuevo local para el Laboratorio Foster, ésta y sus alumnas utilizarán el de los varones. El devenir del Laboratorio Foster, por sus características y especificidad, merece un estudio aparte²⁹.

Por lo expuesto anteriormente puede verse como la participación de las mujeres en los laboratorios de física y química va creciendo paulatinamente a lo largo de la década de 1920. No obstante, su contribución, en cuanto a publicaciones se refiere, sigue siendo pequeña. La mayoría están en la fase de realización de su tesis doctoral, circunstancia en la que también se encuentran sus colegas varones. En cuanto a su número, para una mejor evaluación podemos compararlo con el número de varones que están reseñados en el mismo tipo de actividades, ya sean cursos prácticos o investigaciones personales. La información está recogida en los Cuadros 4 y 5, en los que solamente se contemplan los años con presencia femenina y en los que, más que del total -que no es indicativo, pues algunos nombres se repiten- interesa dejar constancia de la relación numérica hombres-mujeres (H-M), relación que puede servir como índice comparativo.

En el Cuadro 4 puede observarse que en el LIF la presencia de las mujeres es, en esta década, salvo en los trabajos de química-física, todavía puntual o inexistente. En particular, no se encuentran investigadoras en magnetoquímica, electroquímica, electroanálisis o espectroscopía.

Cuadro 4. *Laboratorio de Investigaciones Físicas. Nº de hombres (H) y mujeres (M)*

Periodo	Química Física	Rayos X	Prácticas Física
	H-M	H-M	H-M
1910-1920	-	-	-
1920-1922	16-2	-	-
1922-1924	14-1	1-1	7-1
1924-1926	10-1	1-1	-
1926-1928	12-2	-	-
1928-1930	14-3	6-1	-

Fuente: *Memorias de la JAE*. Elaboración propia

Sin embargo, y a diferencia de lo que sucede en el resto de laboratorios estudiados, de las mujeres que entran a trabajar en el LIF -6 a lo largo de la década-, más de la mitad -4, a saber: Felisa Martín Bravo, Teresa Salazar, Carmen García Amo y Pilar Alvarez Ude- continuarán investigando en los años 30 en el INFQ.

La proporción es ligeramente menos desigual, sobre todo en los últimos años, en los laboratorios del INC de la Facultad de Farmacia, como puede verse en el Cuadro 5.

Cuadro 5. *Laboratorios del Instituto Nacional de Ciencias, Facultad de Farmacia. Nº de hombres (H) y mujeres (M)*

Periodo	H-M	
	Laboratorio de Análisis químico	Laboratorio de Química Orgánica y Biológica
1920-1922	7-3	-
1924-1925	8-1	7-1
1925-1926	9-4	6-1
1926-1927	10-4	-
1927-1928	7-1	-
1928-1929	7-2	8-1
1929-1930	8-2	8-2
1930-1932	5-3	-
1932-1933	3-2	-
1933-1934	3-1	-

Fuente: *Memorias de la JAE*. Elaboración propia

2. Mujeres en el Instituto Nacional de Física y Química (1931-36)

La situación social que, a comienzos de los años 30, hizo posible el cambio a un régimen republicano tendrá su reflejo en el crecimiento del protagonismo de las mujeres en todos los ámbitos, también en el de las ciencias. Podemos verlo en el aumento de las que estudian en la universidad, de las que pasan a formar parte de las sociedades científicas y de las que se dedican a la investigación. Este salto cuantitativo hace posible que en torno a la física y química se configure un grupo de investigadoras que trabajarán en las principales líneas desarrolladas en estos campos en España.

En septiembre de 1931 queda terminado el edificio donado por la Institución Rockefeller, el Instituto Nacional de Física y Química (INFQ), y desde esa fecha se trasladan allí los equipos antes ubicados en el Laboratorio de Investigaciones Físicas, y en el Laboratorio de Química Orgánica y Biológica de la Facultad de Farmacia. El INFQ se organiza en 6 secciones (Electricidad y Magnetismo, Rayos Roentgen, Espectroscopía, Química Orgánica, Química-Física y Electroquímica) además de un taller que, bajo la dirección de J.M^a Torroja, tendrá como misión colaborar con las secciones en la construcción y reparación de aparatos. Algunas de las secciones trabajan en el nuevo Instituto desde principios de 1931, aunque la apertura oficial tiene lugar más tarde, el 6 de febrero de 1932. Al acto de inauguración asistirá el ministro de Instrucción Pública, Fernando de los Ríos, y los profesores Weiss, Willstätter, Sommerfeld, Scherrer y Hönigschmidt, *amablemente invitados por el Gobierno de la República en atención a su influencia en la formación científica de los distintos miembros del Instituto*³⁰.

Para la descripción del grupo de investigadoras que formó parte del INFQ se analizan en primer lugar algunos datos globales, para pasar después a nombrarlas ubicándolas en las secciones donde trabajaron y dando cuenta de las aportaciones científicas que realizaron, contribución que se puede conocer a través de sus publicaciones y de los comentarios que merecían sus trabajos en las *Memorias de la JAE* de aquellos años.

2.1. Datos globales del grupo de investigadoras

El INFQ funcionó de forma más o menos regular -teniendo en cuenta que los inicios exigen ajustes y que el estallido de la guerra desbarató la línea de continuidad- desde 1931 hasta 1937. En números absolutos, durante el periodo mencionado, contó entre su personal científico con 36 mujeres de un total de 158 personas, lo que supone una proporción media cercana al 23%, un porcentaje importante teniendo en cuenta su presencia puntual apenas unos años atrás y los escasamente cinco años de funcionamiento normal de que dispuso el INFQ antes del estallido de la guerra. Dada la fecha de su incorporación a los estudios universitarios (1910), las españolas tuvieron apenas dos décadas -y no pocos obstáculos- para alcanzar a sus compañeros. Ahora bien, siendo un avance digno de consideración, hay que subrayar que su estatus se circunscribía a las categorías de becarias y colaboradoras, pues ninguna mujer, en el periodo estudiado, ocuparía un cargo de dirección en estos establecimientos de investigación en física y química. Con las acotaciones anteriores, el Cuadro 6 recoge el número de mujeres y hombres que poblaron el INFQ hasta sus últimos años.

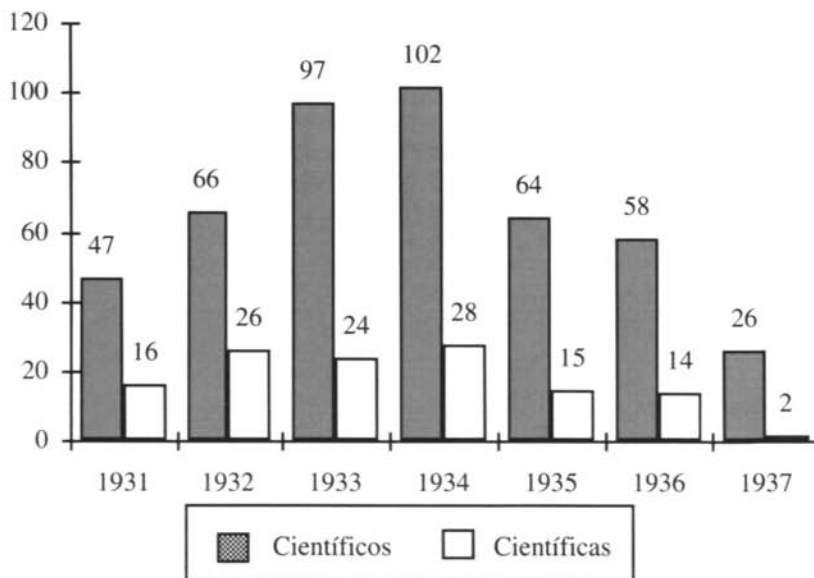
Cuadro 6. *Personal científico en el INFQ, hombres y mujeres.*
% de mujeres sobre el total

Año	Nº de científicas	Nº de científicos	Total	% muj./ Total
1931	16	47	63	25
1932	26	66	92	28
1933	24	97	121	20
1934	28	102	130	21
1935	15	64	79	19
1936	14	58	72	19
1937	2	26	28	7
1938	0	17	17	0
1939	0	17	17	0

Fuente: Documentos varios. Elaboración propia

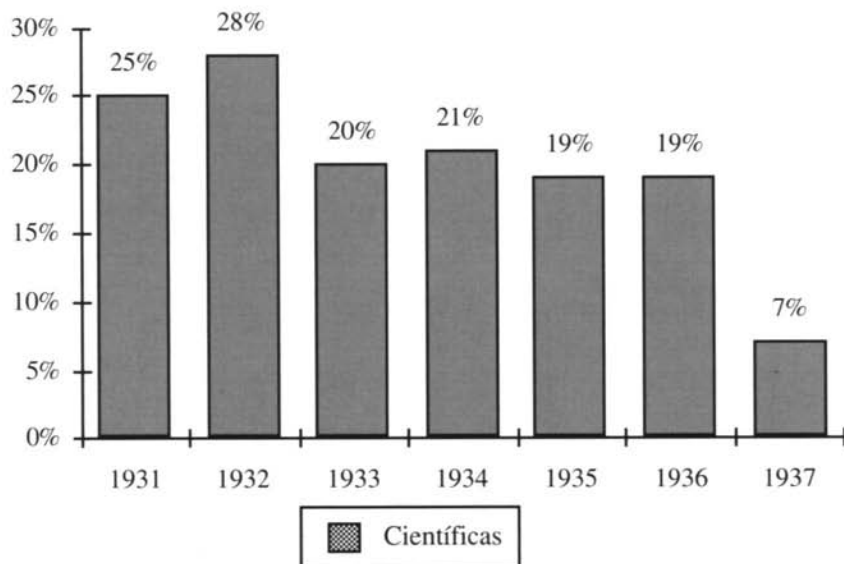
La Gráfica 1 muestra los valores absolutos del número de científicos y científicas del INFQ, año a año.

Gráfica 1. *Instituto Nacional de Física y Química: Personal científico*



A través de las Gráficas 1 y 2 -la Gráfica 2 muestra el porcentaje de investigadoras, año a año-, puede verse que el número absoluto de mujeres alcanza su máximo en 1934, mientras el máximo relativo se alcanza en 1932. El porcentaje promedio de investigadoras a lo largo de todo el periodo, cercano al 23%, supera con creces la proporción de alumnas de ciencias existentes en ese momento en la universidad española (un 11,2% sobre el total del alumnado de ciencias), siendo ésta ya de por sí mayor que la proporción de las estudiantes sobre el total general de alumnos de la universidad (un 6,4%), lo que indica que las ciencias en general y la investigación científica en particular eran opciones que, en contra de algunos tópicos, gozaban de gran predicamento entre las españolas de los primeros años 30³¹.

Gráfica 2. Científicas en el INFQ (%)



2.2. Distribución por secciones

Ya se ha dicho que desde el año 1931 hasta 1937 son 36 las mujeres detectadas en las secciones del INFQ. En particular, de las seis secciones en las que estaba dividido el INFQ, las mujeres tuvieron un papel destacado en Espectroscopía -bajo la dirección de Catalán- y en Química-Física -bajo la dirección de Moles-, siendo esta última la sección que empleó a más mujeres.

El Cuadro 7 recoge el nombre de todas ellas, incluidas en sus respectivas secciones³².

Cuadro 7. Investigadoras en las distintas secciones del INFQ (1931-36)

Secciones	Investigadoras	Total
Electricidad y Magnetismo	Dolores Pardo Gayoso	1
Rayos X	Pilar Alvarez-Ude Aguirre Piedad de la Cierva Viudes Felisa Martín Bravo	3
Espectroscopía	Dorotea Barnés González Rosa Bernís Madrazo M. Paz García del Valle Josefina González Aguado Pilar de Madariaga Pilar Martínez Sancho Carmen Mayoral Girauta	7
Química-Física	Pura Barbero Rebolledo Adela Barnés González Asunción Fernández Fournier María Aragón García Suelto Amelia Garrido Mareca M. Luisa Garayzábal Medley Carmen Herrero Ayllón Narcisa Martín Retortillo Carmen Pardo García-Tapia Carlota Rodríguez de Robles Concepción Rof Carballo M. Teresa Salazar Bermúdez M. Teresa Toral Pilar Villán Bertrán	14
Química Orgánica	Petra Barnés González Natividad Gómez Carmen Gómez Escolar	3
Electroquímica	Vicenta Arnal Yarza Carmen García Amo Manuela González Clara Orozco Barquín Concepción Zuasti Ferrández	5
Sin especificar sección	Obdulia de Madariaga Vicenta Muedra Benedito	2

Globalmente, la participación de las mujeres fue mayor en las secciones que desarrollaban trabajos de química. Un 64% del total de las 36 investigaron en temas ligados a la química, mientras que un 30% lo hicieron en campos más cercanos a la física. Puede verse a través del Cuadro 8, que recoge la distribución de mujeres por secciones en valores absolutos y los porcentajes con respecto al total de investigadoras. No obstante, algunas de las líneas de investigación no se atienen claramente a la distinción física-química pues, sobre todo en espectroscopía y rayos X, se da una confluencia en el estudio del átomo y de la estructura interna de la materia en general.

Cuadro 8. *Nº de investigadoras en las distintas secciones del INFQ (1931-36)*

Secciones	Total Investigadoras	% sobre el Total de investigadoras
Electricidad y Magnetismo	1	3
Rayos X	3	8
Espectroscopía	7	19
Química-física	14	39
Química Orgánica	3	8
Electroquímica	6	17
Sin especificar sección	2	6
TOTAL SECCIONES	36	100

Fuente: Diversos documentos. Elaboración propia

El peso proporcional que tuvieron las mujeres en las distintas secciones puede calibrarse observando la distribución por sexo, hombres-mujeres (H-M), del personal del INFQ en un periodo concreto, en particular en el que recoge la última entrega de las *Memorias* publicadas por la JAE, correspondiente al periodo 1933-34. Según las cifras recogidas en el Cuadro 9, que reproducen el panel de personal incluido en la *Memoria de 1933-34*, hay en el INFQ un total de 100 personas con carácter de personal científico y una presencia femenina del 19%.

Cuadro 9. N° de hombres (H) y mujeres (M) en el INFQ (1933-34)

Secciones	Dirección	Becarios	Colabor.	Total	Total Secc.	Total Muj.	% Muj
	H-M	H-M	H-M	H-M			
Electricidad y Magnetismo	4-0	2-0	7-0	13-0	13	0	0
Rayos X	2-0	3-0	13-1	18-1	19	1	5
Espectroscopía	2-0	2-4	3-2	7-6	13	6	46
Química-física	3-0	3-1	10-8	16-9	25	9	36
Química Orgánica	2-0	4-0	9-1	15-1	16	1	6
Electroquímica	2-0	2-0	8-2	12-2	14	2	14
TOTAL SECCIONES	15-0	16-5	50-14	81-19	100	19	19

Fuente: Diversos documentos. Elaboración propia³³

2.3. Datos sociológicos

Para delimitar el perfil de las 36 mujeres que a lo largo del periodo de existencia del INFQ trabajaron en él en algún momento, hemos recogido una serie de datos: sociológicos, académicos, del número de becas obtenidas y del número de publicaciones.

Generación: Pertenecen claramente a una misma generación, pues la mayoría son nacidas entre 1900 y 1910 (30 de ellas) y tan solo una es anterior a 1900, Felisa Martín Bravo, que nace en 1898. De 5 no se tienen datos.

Procedencia geográfica: Proviene de todas las zonas del territorio español, a excepción de Cataluña. Así, hay de Andalucía, 2; Aragón, 2; Asturias, 2; las dos Castillas, 9; Extremadura, 1; Galicia, 2; Gran Canaria, 1; Madrid, 8; Navarra, 2; País Valenciano, 2; País Vasco, 2. Destaca la representación de Madrid y el resto de Castilla, que en conjunto dan cuenta de casi el 50% (17 de 36). De tres no se poseen datos.

Extracción social: De las 20 cuya profesión paterna nos es conocida se deriva una mayor pertenencia a una clase media con predominio de las profesiones liberales o titulados superiores, ya que hijas de catedrático, médico, veterinario, ingeniero o abogado son 10; de funcionarios y empleados, tales como ayudante de obras públicas, inspector de higiene, empleado,

secretario o comisario de guerra son 6; dos son hijas de propietario, uno de ellos especificando labrador. Tan sólo una de ellas, Vicenta Arnal, es hija de jornalero. La profesión de la madre viene crudamente especificada como dedicación a las labores *propias de su sexo*. No obstante, una de ellas, la madre de María Paz García del Valle, queda destacada porque será la encargada de impartir a su hija los estudios primarios, según consta en su expediente.

2.4. Datos académicos

Al indagar la procedencia académica de las mujeres de este grupo nos encontramos con que once de las 36 son antiguas alumnas del Instituto Escuela, el centro educativo creado por la JAE a modo de centro piloto o experimento pedagógico, para ser el ejemplo a seguir por el resto de centros de enseñanzas medias. También nos encontramos con el hecho de que la mayoría son alumnas brillantes, pues un tercio del total, 12, tienen *Sobresaliente y Premio Extraordinario* en la licenciatura.

Como puede verse en el Cuadro 10, la mayoría de ellas son licenciadas en químicas, 21; una carrera a veces precedida por, o compatibilizada con, la de farmacia, como es el caso de 4 de las anteriores; licenciadas en físicas son 6, una de las cuales lo es también en química; 4 son licenciadas en farmacia y de 5 no se poseen datos. Si se toman los porcentajes, vemos que existe una proporción mayoritaria de químicas (61%), seguida a distancia por farmacéuticas (22%) y físicas (17%), porcentajes cuya suma no es cien porque las que poseen dos carreras están incluidas en las dos categorías.

Cuadro 10. Carreras cursadas por las investigadoras del INFQ

Carrera	Nº de investigadoras que realizan esta carrera	% sobre el total de investigadoras
Químicas	22	61
Farmacia	8	22
Físicas	6	17
Sin datos	5	14

Fuente: *Expedientes personales*. Elaboración propia.

La mayoría son licenciadas por la Universidad de Madrid, 22, aunque las hay de otras universidades: de Santiago, 2; Valencia, Oviedo, Granada, Zaragoza, Salamanca, 1 de cada; e incluso dos recorren tres universidades hasta licenciarse. De 5 no se poseen datos. Con el doctorado terminado hay 9 de

ellas, 8 de química y una de física, Felisa Martín Bravo, aunque alguna más lo hace o está en vías de hacerlo³⁴.

2.5. *Becas recibidas*

De las 36 mujeres reseñadas son 8 las que en algún momento han disfrutado de una pensión en el extranjero, becadas por la JAE, entre las que se cuentan cuatro de las cinco que más publican. Sólo Teresa Toral, precisamente la que tiene en su haber un mayor número de publicaciones y que se mantiene en el INFQ como becaria, con seguridad, hasta el año 1937 y con alta probabilidad en el 38, no logrará su pensión, pues justamente está en trámites de solicitarla en el año 1936. Estas ocho becadas son:

1) Vicenta Arnal (1930), de la Sección de Electroquímica, para estudiar electroquímica y físico-química en Alemania y Suiza;

2) Dorotea Barnés (1929), de la Sección de Espectroscopía, para estudios de química en Smith College, Massachusetts, EEUU;

3) Piedad de la Cierva (1936), de la Sección de Rayos X, para estudios de física teórica en Copenhague;

4) M^a Paz García del Valle (1932), de la Sección de Espectroscopía, para estudios espectroscópicos en Harvard;

5) Manuela González Alvargonzález (1931), de la Sección de Electroquímica, para estudios de química en Bryn Mawr, Pennsylvania, EEUU;

6) Pilar Madariaga (1929), de la Sección de Espectroscopía, para estudios de química en Vassar College, Nueva York;

7) Felisa Martín Bravo (1932), de la Sección de Rayos X, para estudios de Espectrografía de rayos X en Inglaterra, y

8) M^a Teresa Salazar (1934), de la Sección de Química-Física, para estudiar el núcleo atómico en Francia.

La Sección de Espectroscopía albergó a 3 de las becadas, las de Rayos X y Electroquímica a 2 y la de Química-Física a una de ellas.

2.6. Número de publicaciones

Las 36 investigadoras que constituyen el grupo del INFQ produjeron un total de 63 publicaciones. Teniendo en cuenta que la mitad de ellas, 18, no realizó ninguna o no se conoce, esta producción corresponde a tan sólo 18 de ellas, cuya contribución, a su vez, varía entre las que apenas publicaron uno o dos artículos y las que llegaron hasta diez y once publicaciones. El Cuadro 11 recoge el número de investigadoras con el número de sus publicaciones.

Cuadro 11. *Nº de investigadoras que realizan publicaciones en el INFQ*

Nº de Publicaciones	Nº de investigadoras
1	6
2	3
3	3
4	1
5	2
7	1
10	1
11	1

Fuente: Diversos documentos. Elaboración propia

Por lo recogido en el cuadro anterior vemos que 6 de ellas dan cuenta de las 3/4 partes del total de publicaciones, en concreto de 42 artículos. Estas son Vicenta Arnal, Sección de Electroquímica, que tiene 11; Teresa Toral, Sección de Química-Física, 10; Piedad de la Cierva, Sección de Rayos X, 7; Dorotea Barnés, Sección de Espectrografía, 5; Teresa Salazar, Sección de Química-Física, 5 y Carlota Rodríguez, Sección de Química-Física, 4.

Para una evaluación comparativa de sus contribuciones en forma de publicaciones, tanto dentro de una sección como entre las distintas secciones, hemos usado dos índices sencillos: 1) *% de investigadoras que publican sobre el total de mujeres de la sección* y 2) *índice de productividad* (promedio de artículos publicados por investigadora en cada sección). El Cuadro 12 resume la información.

Cuadro 12. *Porcentaje de investigadoras que publican e índice de productividad*

Secciones	Nº investigadoras	Total Publicaciones de mujeres	Porcentaje invest. que publican	Índice de productividad
Magnetismo	1	0	0	0
Rayos X	3	9	67%	3
Espectroscopía	7	13	71%	1,8
Química-física	14	23	65%	1,6
Química Orgánica	3	6	100%	2
Electroquímica	6	12	33%	2

Fuente: Diversos documentos. Elaboración propia

Analizando sección por sección, nos encontramos con que en la Sección de Magnetismo la única mujer que aparece reseñada no se sabe que tenga publicaciones. En la Sección de Rayos X hay 3 investigadoras: 1 con 0 publicaciones, 1 con 7 y 1 con 2, haciendo un total de 9 publicaciones y siendo el índice de productividad medio de 3 artículos. La Sección de Espectroscopía, con 7 investigadoras, es en la que hay más mujeres que publican (un 71%), aunque su índice de productividad es bajo: hay 2 con 0 publicaciones, 2 con 1, 2 con 3 y 1 con 5, haciendo un total de 13 publicaciones. La Sección de Química-Física es la que tiene un mayor número absoluto de investigadoras, 14, alguna de ellas con un número respetable de publicaciones, pero a la vez más de la mitad de las mujeres que trabajan en esta sección no publican nada: hay 8 con 0 publicaciones, 2 con 1, 1 con 2, 1 con 4, 1 con 5 y 1 con 10, alcanzando un total de 23 publicaciones. En la Sección de Química Orgánica hay pocas mujeres investigando pero todas ellas publican: hay 1 con 1 publicación, 1 con 2 y 1 con tres, haciendo un total de 6 publicaciones. Por último, en la Sección de Electroquímica publican un 33% de las que trabajan, correspondiendo en la práctica la mayoría de las publicaciones a una de las 6 de la sección, que publica 11 artículos.

2.7. *Inserción en las líneas de investigación*

Veamos más pormenorizadamente, sección por sección, la contribución de estas mujeres a las líneas de investigación del INFQ, que no partían de la nada, sino que eran continuidad de los trabajos iniciados en el LIF y en el Laboratorio de Química Orgánica y Biológica de la Facultad de Farmacia.

2.7.1. Sección de Electricidad y Magnetismo

Dirigida por Blas Cabrera y Felipe, en esta sección se continuó con el desarrollo de la Magnetoquímica, abordando problemas relacionados con la estructura de los átomos y moléculas a través de la medida de sus coeficientes dieléctricos y magnéticos. Blas Cabrera había sido elegido en 1928 miembro del Comité Científico del Instituto Internacional de Física Solvay, que reunía a los científicos más prestigiosos del momento, entre ellos Marie Curie y Albert Einstein.

"Blas Cabrera contribuyó a la Réunion Internationale de Chimie physique, celebrado en París del 8 al 14 de octubre último con una Memoria sobre "El paramagnetismo y la estructura de los átomos combinados" [...] Sin duda como consecuencia de los trabajos cuyo motivo general se resume antes y se detalla después, el señor Cabrera ha sido elegido miembro del Comité científico del Instituto Internacional de Física Solvay, en sustitución de W. Bragg, miembro extranjero de la Sociedad científica holandesa, correspondiente del Instituto de Francia (Academia de Ciencias) y miembro del Comité del Bureau International de Poids et Mesures"³⁵.

A principios de los años 30 el trabajo realizado por Cabrera y sus colaboradores en el LIF era tenido como base para la discusión del tema, como queda acreditado en las actas del Instituto Internacional de Física Solvay y en la obra de Van Vleck, *Electric and magnetic susceptibility*³⁶. Ya en el nuevo Instituto, Torroja diseñó y construyó nuevos aparatos que permitieron mejorar las medidas de las susceptibilidades magnéticas de sustancias diamagnéticas y paramagnéticas. Según Salvador Velayos Hermida, colaborador de esta sección en aquellos años, la Magnetoquímica fue la línea de investigación más importante en el INFQ en el periodo anterior a la guerra [VELAYOS HERMIDA, 1982].

Con respecto al diamagnetismo, se buscaba explicación teórica para algunos resultados experimentales en torno a: 1) La invariabilidad de la susceptibilidad magnética con la temperatura y 2) La existencia de una ley de aditividad para hallar la susceptibilidad magnética de una molécula. Cabrera y Fahlenbrach -alemán becado por la Junta de Relaciones Culturales y por la Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft que se convertiría en uno de los más directos colaboradores de Cabrera- estudiaron el caso del agua, en el que la susceptibilidad magnética si varía con la temperatura, y comprobaron la validez de la ley de aditividad en la serie de los alcoholes primarios y en los hidrocarburos³⁷.

Con respecto al paramagnetismo, se buscaba una explicación a la libertad de rotación que presentan los iones paramagnéticos, libertad que era la base de los razonamientos que conducían a la ley de Curie: $X_M \cdot T = C_M$, siendo X_M la susceptibilidad magnética, C_M la constante de Curie y T la temperatura. Weiss había introducido una corrección a esta ley que coincidía con la explicación y medidas desarrolladas por Cabrera. También se trabajó en torno a la existencia de un momento magnético elemental -el magnetón de Weiss-, que llevó a comprobar si los momentos magnéticos obtenidos son múltiplos de uno elemental y que, eventualmente, habría de dejar paso al magnetón de Bohr³⁸.

En los años del INFQ, en estos trabajos, sólo se sabe de una mujer, Dolores Pardo Gayoso, que colaboró en trabajos prácticos (1931-32) sin que llegara a cuajar en ninguna publicación -conocida-. Según las *Memorias de la JAE*:

"Ha fijado la atención de Cabrera y Duperier el estudio del óxido y sulfato de Samario, uno de los cuerpos que mostraba diferencias más notables con las predicciones teóricas. Los trabajos primitivos de este Laboratorio habían servido a Van Vleck como criterio para su teoría, y esto mismo movió a Cabrera y Duperier a insistir en su estudio, que han obtenido nuevos resultados, logrando, en colaboración con Piña, una estimación analítica cuantitativa de la pureza de los ejemplares estudiados, expuesta por B. Cabrera ante la Société de Physique de France en sesión celebrada en Strasbourg. En estos trabajos colaboraron el Sr. Velayos y la señorita Pardo Gayoso"³⁹.

Así pues, de las 41 publicaciones de este periodo [VELAYOS HERMIDA, 1982, pp. 74-77] no hay ninguna con firma de mujer. En 1933-34 trabajaban en esta sección A. Duperier, J. María Torroja y G. de Montaud; dos becarios, S. Velayos y G. Sans Huelin y 7 colaboradores, H. Fahlenbrach, J. del Corro, A. Espurz, C. Kocherthaler, R. Salcedo, J. Huidobro y N. Cabrera.

2.7.2. Sección de Rayos X

Dirigida por Julio Palacios, con la colaboración de R. Salvia, la línea básica de investigación era la determinación de estructuras cristalinas mediante la difracción de rayos X. Se ha citado anteriormente cómo la asignación de la Cátedra Cajal a esta sección ya desde los años del LIF había permitido disponer de una instalación moderna de rayos X, así como hacer posible la estancia en la cátedra de Paul Scherrer, director del Instituto Politécnico de Zürich y uno de los expertos más destacados en el tema. Ya en el Rockefeller se recibirá la visita de los Premios Nobel Bragg y Siegbahn, montándose bajo

la dirección de este último el espectrógrafo de rayos X que lleva su nombre y ampliando de esta manera el campo de trabajo al estudio de los propios rayos X. De especial importancia fue la colaboración de los físicos alemanes Hengstenberg y Wierl, pues con ellos se monta el primer aparato de difracción de electrones, técnica que Wierl había puesto en práctica en moléculas gaseosas. Estos últimos trabajos, iniciados por Luis Bru Villaseca, serían el origen de la escuela actual de Microscopía electrónica [BRU VILASECA, 1982, p. 91].

En esta sección, ya desde años anteriores, la presencia de las mujeres es más patente, pues del LIF pasarán, con Julio Palacios, Felisa Martín Bravo y Pilar Alvarez-Ude Aguirre. Así lo recuerda Luis Bru:

"Cuando tuve la suerte de incorporarme [...] estaban ya Isidro Navarro, Felisa Martín Bravo, el inolvidable Rafael Salvia y Pilar Alvarez Ude. Pronto se unieron Mariano Velasco y D. Juan Cabrera, que ya era desde hacía algunos años catedrático de la Universidad de Zaragoza" [BRU VILASECA, 1982, p. 90].

En el el curso 1931-32, además de las citadas Pilar Alvarez-Ude y Felisa Martín Bravo, trabajan en la sección 6 señores. Felisa Martín, nuestra ya citada primera doctora en físicas, se decantará más tarde, tras hacer las oposiciones al Servicio Nacional de Meteorología, hacia esta rama de la física⁴⁰.

En el curso 1933-34 la sección cuenta con 3 becarios, L. Bru, J. Garrido y J. A. Barasoain, así como catorce colaboradores, entre los que se encuentra Piedad de la Cierva. Esta doctora en química, incorporada a la sección en el curso 1932-33, será -entre las investigadoras de esta sección- la que realizará una aportación más relevante y continuada. Su valiosa contribución cuajará en su tesis doctoral, titulada *Los factores atómicos del azufre y del plomo*, así como en los 7 artículos que publica en los *Anales de la SEFQ* a lo largo de los escasos cuatro años en los que el INFQ pudo trabajar antes del estallido de la Guerra Civil⁴¹.

Piedad de la Cierva participa activamente en la Sociedad Española de Física y Química, foro de debate de los especialistas del país. En la sesión del día 3 de julio de 1933 intervine para exponer el resultado de un trabajo llevado a cabo con J. Losada acerca de la aplicación del método fotométrico a la medida de intensidades absolutas de espectros de rayos X, en el que se realiza una crítica de los métodos experimentales y se establecen algunas reglas prácticas que permiten la mejora de los resultados:

"Es necesario, para operar independientemente de las condiciones temporales del tubo productor de rayos, emplear un patrón consistente en una línea Debye de Al, que se repite siempre y sirve de término de comparación. También en el revelado y en el fotometraje es necesario emplear un cierto número de precauciones. Por este método se han podido medir unos cuantos casos, obteniéndose valores siempre en concordancia perfecta con los teóricos"⁴².

En 1935 Piedad de la Cierva solicita una pensión para trabajar con el Profesor Mark, en Viena, renombrado por las investigaciones en cinética química mediante rayos X llevadas a cabo en sus laboratorios. En su solicitud hacía notar *la importancia de su petición ya que hasta la fecha no se ha trabajado sobre esta cuestión en España y ella permitiría la introducción de esta nueva técnica en nuestro país*⁴³. La pensión le fue concedida, pero no sabemos las razones por las que en vez de ir a Viena va a Copenhague, al Universitetes Institut for Teoretisk Fysik. En la sesión de la SEFQ de 4 de mayo de 1936 se da cuenta de un trabajo suyo acerca de la *Bifurcación en la transmutación del aluminio por la acción de los neutrones rápidos* realizado en Copenhague con el profesor Von Hevesy⁴⁴.

2.7.3. Sección de Espectroscopía

Espectroscopía fue la sección que, junto a Química-Física, incluyó a un mayor número de mujeres. Su director, Miguel Angel Catalán Sañudo, fue uno de los investigadores españoles cuyos resultados lograron mayor repercusión internacional. En España la espectroscopía la había introducido el profesor Angel del Campo [SANCHEZ RON, 1994, pp. 111-122], catedrático de Química Analítica en la Universidad Central de Madrid, que fue el primero en usar un espectroscopio con registro fotográfico -espectrógrafo- en sus investigaciones analíticas. Se trataba de una espectroscopía atómica de tipo experimental, al principio más dirigida hacia el análisis espectroquímico y que, en los años 20, ya en la sección correspondiente del LIF, irá adquiriendo una orientación más física, en concordancia con el marco en el que se inscribía el brillante trabajo iniciado por Catalán en Londres y en concordancia también con la evolución de la espectroscopía mundial durante este periodo [SANCHEZ RON, 1994, pp. 121-122; VALERA, 1988, p. 363].

Catalán, licenciado en químicas por Zaragoza, llegó a Madrid en 1915 y a principios de los años 20 fue pensionado por la JAE para ir a Londres a trabajar al Imperial College con el profesor A. Fowler. Allí realizó un brillante trabajo sobre el espectro del átomo de manganeso [CATALAN, 1922] en el que daba a conocer su aportación más conocida, los *multipletos*, descubrimiento que permitía interpretar espectros complejos y tenía además

repercusiones en el campo de la astrofísica. A partir de entonces Catalán se hizo un hueco en el mundo de la investigación espectroscópica, siendo conocido y citado por los mayores especialistas en este campo. Sus resultados son barajados en la correspondencia y publicaciones de la época por científicos de la talla de Bohr, Sommerfeld, Landé, Saha y Russell.

"Los trabajos del señor Catalán publicados en los años anteriores y en los actuales han dado la clave, tanto tiempo buscada, para la interpretación de los espectros complejos, y, por ende, de sus átomos. En todos los laboratorios de espectroscopía se trabaja en la actualidad febrilmente, empleando el método de los 'multipletes' establecido por Catalán, con resultados notabilísimos; en la actualidad pasan de 500 los trabajos publicados en todos idiomas, desde 1922, en que el señor Catalán publicó su método. No queremos pasar en silencio el hecho de que en la sesión de apertura del Congreso celebrado por la Asociación británica para el progreso de las ciencias, en 1926, el discurso inaugural del profesor Fowler fue dedicado de un modo especial a los trabajos de Catalán, y que en la conferencia pronunciada por el profesor Sommerfeld en la Real Sociedad de Londres, al recibir la investidura de miembro de la misma, se dijo que el rápido desarrollo de la espectroscopía en los últimos años se debe al método de los 'multipletes' de Catalán"⁴⁵.

Con Sommerfeld, en particular, Catalán establecerá una relación estrecha nacida a raíz de una visita de aquél a Madrid, en 1922. El manuscrito sobre los multipletes proporcionaba a Sommerfeld apoyo experimental para su teoría de los números cuánticos internos que éste había construido casi sin datos. Estos números cuánticos internos podían ser asignados a los términos múltiples -multipletes- encontrados. R. Velasco [1977] ha señalado que Catalán, bien preparado en espectroscopía pero no tan versado en los últimos desarrollos de la teoría atómica, careció de tiempo para madurar y dar una interpretación teórica a su propio descubrimiento, algo que Sommerfeld, en primera línea, junto a Bohr, en cuanto a teorización de la estructura de la corteza de los átomos, pudo hacer de forma inmediata⁴⁶.

Becado por el International Education Board (Fundación Rockefeller), Catalán viajará al Instituto de Física de Sommerfeld, en Munich, donde permanecerá el curso 1924-25. De allí volverá con Bechert, un colaborador que trabajará con él en Madrid, al curso siguiente. Desde su papel de espectroscopista experimental se esforzará por confirmar con datos el método de los números cuánticos internos de Sommerfeld.

El descubrimiento de los multipletes quedaría como uno de los hitos del desarrollo espectroscópico en el camino de la profundización del conocimiento de la arquitectura atómica. Inicialmente se pensó que esta línea de

investigación conduciría a descubrir la mecánica cuántica del átomo. Sin embargo, la mecánica cuántica emergería de otra línea diferente, desarrollada entre 1925 y 1927 por Schrödinger, Heisenberg y Dirac. Los multipletes, que ciertamente colaboraron a completar el conocimiento de la estructura del átomo, se explican mediante el spin del electrón, introducido por Goudsmit y Uhlenbeck. La bibliografía de la época otorga el reconocimiento correspondiente a lo que suponía esta contribución, como lo muestra el siguiente pasaje, entresacado de un libro especializado de los años 30, en el que se hace un repaso de los principales avances habidos en espectroscopía:

"Después del estudio de las series espectrales de los metales similares a los alcalinos, en términos de la teoría de Bohr, los próximos pasos importantes fueron el descubrimiento empírico de las leyes del efecto Zeeman por Landé y el descubrimiento y extenso estudio de los grupos relacionados de líneas en los espectros complejos, llamados multipletes. El estudio moderno de los multipletes fue empezado por Catalán. La estructura de los multipletes y los problemas del efecto Zeeman anómalo exigían una generalización esencial del modelo de órbita de los electrones que fue proporcionada por Uhlenbeck y Goudsmit quienes postularon un momento magnético intrínseco y un momento angular para el electrón" [CONDON & SHORTLEY, 1935, p. 8].

Dificultades económicas para disponer de mejores equipos se interpondrían en el desarrollo de los trabajos de Catalán y su equipo. Su intención de abordar el estudio de las estructuras de los espectros de las tierras raras, completando así el estudio que de estos elementos llevada a cabo Cabrera desde el punto de vista magnético, no se llevaría a la práctica. A principios de los años 30, Catalán introduciría en España⁴⁷ lo que por entonces era una nueva técnica, la Espectroscopía Raman, basada en el efecto que mereció a su descubridor el premio Nobel de Física en 1930, técnica espectroscópica que hace uso de un nuevo tipo de radiación secundaria.

Las mujeres estuvieron presentes en las investigaciones espectroscópicas españolas desarrolladas en el INFQ desde los primeros años. Durante el curso 1930-31 la tarea fundamental fue la de montar el laboratorio en el recién estrenado edificio. Por esta razón apenas pudieron hacerse trabajos experimentales, llevándose a cabo un trabajo de tipo bibliográfico. Casaseca y Paz García del Valle se ocuparon de reunir la bibliografía y ordenarla por autores y materias; también ayudaron a Catalán a reunir materiales para la publicación de un libro sobre los multipletes⁴⁸. Pilar Martínez Sancho hizo un estudio teórico sobre los valores de los factores magnéticos en los espectros.

Durante el curso de 1931-32 se montaron varios aparatos nuevos: dos espectrógrafos de tipo Litrow con óptica de vidrio y de cuarzo y con red plana y cóncava. Asimismo uno de gran abertura que fue dedicado al estudio del efecto Raman. Una de las investigadoras de esta sección, Dorotea Barnés, tendría un papel especial en la introducción de las técnicas Raman en nuestro país, ya que cuando surgieron dificultades con el espectrógrafo de gran abertura ella sería la encargada de ir al laboratorio del profesor Kohlrausch, en Graz (Austria), para familiarizarse con la espectroscopía Raman. Barnés, que había estado becada en el Smith College y en Yale, tenía una sólida preparación en espectroscopía. Socia de la SEFQ, Barnés toma parte activa en las sesiones de la Sociedad, en las que presenta sus trabajos o los de otros miembros del equipo, como es el caso del estudio sobre el espectro del molibdeno I de Catalán:

"Se ha fotografiado este espectro en toda su extensión desde el ultravioleta extremo hasta el infrarrojo; para esta última parte se han empleado placas supersensibilizadas con xenocianina. Se han medido muchas nuevas líneas, especialmente en las dos regiones extremas. Todo ello, al objeto de completar el conocimiento del espectro para poder proseguir con la tarea de su estructuración, que fue comenzada por nosotros hace algunos años, pero detenida por la falta de medios experimentales. Se han encontrado un gran número de nuevos términos espectrales cuyos valores energéticos nos permiten determinar los diferentes modos de emitir del átomo neutro del molibdeno"⁴⁹.

En la misma sesión, Barnés da cuenta del trabajo de Pilar Martínez Sancho, complementario del anterior, sobre el espectro del molibdeno II y que *permitirá saber la estructura del átomo ionizado del Mo, necesaria para un conocimiento preciso del átomo neutro. El espectro de chispa ha sido fotografiado y comparado en toda su extensión con el de arco, para poder separar las líneas de uno y otro espectro ...* .

Entre las investigadoras de esta sección se hallaban Pilar Martínez Sancho y Pilar de Madariaga. La primera publicó con Catalán (1931) sobre el espectro de cromo y más tarde, 1933, individualmente, sobre el espectro del molibdeno II. Al estudio del molibdeno se incorporaría Pilar de Madariaga quien, ese mismo año, publica con Catalán los resultados sobre el espectro de este elemento. Estos eran los trabajos centrales de la sección, como señala Catalán a Bechert en mayo de 1933:

"Aquí trabajamos intensamente pues yo no tengo ya el Instituto Escuela y estoy todo el día en el laboratorio. Tenemos resultados Raman de alcoholes y ácidos orgánicos. Hemos analizado los espectros del molibdeno, arco y chispa, y

hemos proseguido con el del cobalto arco. He revisado el manganeso arco con muchos nuevos términos" [Citado en SANCHEZ RON, 1994, p. 270].

A partir de 1932, Catalán disfrutaría de la Cátedra de Espectrografía y Estructura del Atomo, instituida por la Fundación del Conde de Cartagena y ligada a la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Al cobijo de esta cátedra se inician nuevas investigaciones, en las que participan mujeres de la sección. Catalán, informa de ellas a José de Madariaga, secretario de la Academia:

"La Srta. Pilar de Madariaga se ocupa de intentar la valoración de pequeñas cantidades de mercurio en el aire de nuestras minas de Almaden y en los gases de las chimeneas de los hornos de aquellas fábricas. El método espectroscópico presentará quizás una mayor sensibilidad y rapidez que los métodos actuales. La Srta. Rosa Bernís intenta el obtener los espectros de los metales en sus grados de ionización más elevados. Con ello podrá ser determinada la forma en que se produce la ionización en esos elementos. Para conseguirlo tiene que vencer algunas dificultades en la técnica por tratarse de la región para la que el aire es totalmente opaco y porque hay que provocar las descargas en condiciones extraordinarias en tubos cerrados. Yo por mi parte dedicaré mi actividad al conocimiento de la estructura del espectro del molibdeno que se conoce muy poco y tiene interés desde el punto de vista teórico" [Citado en SANCHEZ RON, 1994, pp. 272-274].

La presencia de las mujeres en esta sección se hace patente observando el panel de personal correspondiente a 1933-34: tres de los 5 becarios que trabajan con Catalán son mujeres (Dorotea Barnés, Pilar Martínez Sancho y Pilar de Madariaga) y de 5 colaboradores, dos son Rosa Bernís y Paz García del Valle. Además, con el Agregado a dicha Sección, Santiago Piña de Rubiés, está como becaria Josefina González. En total, y excluyendo a Catalán, de 12 personas hay 6 mujeres, es decir, una proporción del 50%. Esta importante presencia, que sucede en la sección en la que se llevan a cabo los trabajos con mayor peso internacional, se deja sentir en las *Memorias de la JAE*, pues al informar de los trabajos realizados durante ese curso y que continúan en la línea del estudio y estructuración de los espectros, de 9 párrafos informativos 6 aluden a investigaciones realizadas por ellas. Son los siguientes:

"Con la señorita Sancho se fotografiaron los espectros del molibdeno arco y chispa. También se estudió el efecto Zeeman del molibdeno.

Con la señorita Madariaga se hizo un estudio del espectro de arco del molibdeno y además se realizaron experiencias para la determinación de pequeñas cantidades de mercurio en el aire.

Con la señorita Barnés se continuaron los estudios del efecto Raman, especialmente en el caso de los alcoholes. Por deficiencias en la constancia de la temperatura del aparato disponible hubo que hacer un nuevo montaje [...]

Con la señorita Bernís se fotografió y completó el espectro del niobio y se comenzó su análisis estructural.

Con la señorita García del Valle se preparó una red de difracción en el vacío con la lámpara, también en el vacío [...]

La Sta. González Aguado colaboró con Piña de Rubiés en la determinación de las rayas analíticas cuantitativas del Hafnio, Itrio, Lantano, Escandio, Bario, Estroncio, Calcio, Magnesio y Berilio en el espectro de arco a presión normal. Con la misma colaboración determinó en la zona espectral entre 2.400 y 2.000 U.A. las rayas analíticas de 67 elementos en el espectro de arco en concentraciones de 5×10^{-4} a 5×10^{-8} ⁵⁰.

En otra carta enviada el 19 de mayo de 1933 a José de Madariaga, para informar sobre las actividades desarrolladas en torno a la Cátedra Conde de Cartagena, Catalán vuelve a citar los trabajos llevados a cabo con Pilar de Madariaga sobre el espectro del molibdeno, con Dorotea Barnés, con Antunes sobre el espectro del cobalto y con Casaseca sobre el manganeso. Solicita también una beca para Pilar de Madariaga. Al año siguiente, en el mismo tipo de carta-informe señalaba como colaboradores en los trabajos a:

"R.E. Gaviola, profesor de Física de la Universidad de Buenos Aires, M. Antunes, profesor de Física del Liceo de Lisboa, F. Poggio, catedrático del Instituto-Escuela de Madrid, F. de Zulueta, estudiante de Medicina, María Paz García del Valle, licenciada en Ciencias Químicas y Rosa Bernís, licenciada en Ciencias Físicas" [Citado en SANCHEZ RON, 1994, pp. 274-276].

Para evaluar de algún modo el papel que desempeñaban las investigadoras en el equipo de Catalán podemos realizar un recuento global de las publicaciones, viendo tanto la proporción de las que realizaron firmadas con él, como las que llevaron a cabo individualmente. Hasta 1938, Catalán realizó 58 publicaciones. De las 58, sólo 18 fueron firmadas en colaboración con otras personas. Con K. Berchert (6), alumno de Sommerfeld con el que comparte trabajo en Munich y más tarde en Madrid durante los años 1925 y 1926; con Pilar Martínez Sancho (1) en 1931; con Pilar Madariaga (2) en 1933; con F. Poggio (2) en 1934 y 1935; con M.T. Antunes (4) en 1935 y 1936; con L. Yzu (1) en 1936 y con José M^a Román (2) en 1936 y 1938. No son muchas colaboraciones, sólo el 31% de su producción, frente a otros casos como el de Moles, que firmó en colaboración el 72% de sus trabajos⁵¹. Pues bien, 3 de

esas 18 firmas en colaboración corresponden a mujeres de su sección, lo que representa un 16,6% de sus escritos compartidos. Si nos limitamos a los años 30, años de funcionamiento del INFQ, los trabajos en colaboración con féminas son un tercio de los compartidos.

En cuanto a las publicaciones realizadas por las mujeres de manera individual, si contabilizamos las de todas ellas encontramos que es en esta sección, con 7 investigadoras, donde hay una mayor proporción de mujeres que publican (un 71% de las 7), aunque como ya se ha señalado al estudiar los datos comparativos por secciones, su índice de productividad es bajo: de dos de ellas -Rosa Bernís y Carmen Mayoral- no se han encontrado referencias publicadas; otras dos tienen una sola publicación -Paz García del Valle⁵² y Josefina González⁵³-; con tres publicaciones están Pilar de Madariaga⁵⁴ y Pilar Martínez Sancho⁵⁵ y con 5 Dorotea Barnés⁵⁶, haciendo un total de 13.

Hay que tener en cuenta que estas mujeres se hallaban en los primeros años de su formación como investigadoras y que, pese a todo, en apenas cuatro años -en algunos casos menos, pues dentro de este periodo se incluyen las estancias de tres de ellas en el extranjero- generaron un número relativamente importante de publicaciones. Además aportaron al laboratorio de Catalán un bagaje de trabajo que, por las referencias de las *Memorias de la JAE*, intuimos fue mayor de lo que quedó plasmado en las publicaciones que conocemos. Algunas aportarían también la experiencia adquirida en los laboratorios de los países que visitaron. Tanto Dorotea Barnés como Pilar de Madariaga y Paz García del Valle habían seguido estudios en el extranjero a principios de los años 30, en concreto en EEUU, trayendo a España los conocimientos y las técnicas espectroscópicas aplicadas en aquel país. Además, ya se ha citado como será una de ellas, Dorotea Barnés, quien viajará al laboratorio del profesor Kohlrausch, en Graz, para aprender a superar algunas dificultades que surgían en la obtención de espectros Raman, la tarea puntera en la que estaba iniciándose por entonces el equipo de Catalán.

2.7.4. Sección de Química-Física

Dirigida por Enrique Moles, esta sección continuará el trabajo desarrollado por éste y sus colaboradores en el LIF, del que la parte más representativa es la relativa a la determinación de pesos atómicos, con la que Moles había logrado fama internacional. Por sus trabajos en este campo recibió el premio internacional *Cannizzaro*, por parte de la Reale Academia dei Lincei; se le nombró miembro de la Comisión Internacional de Pesos Atómicos y colaborador permanente del *Zeitschrift für physikalische Chemie*

y de las Tablas de Constantes de Landolt-Börnstein-Scheel. Una muestra del reconocimiento que en el mundo científico internacional gozaba su trabajo es el acuerdo adoptado el 17 de diciembre de 1937 en Neuchatel por la comisión del Instituto Internacional de Cooperación Intelectual, en colaboración con las Uniones Internacionales de Física y Química:

"Estimando el singularísimo carácter de las investigaciones ya efectuadas en los laboratorios de Leeds (Profesor Whytlaw-Gray) y Madrid (Profesor Moles), y considerando las instalaciones especialísimas de estos dos laboratorios dotados de todos los elementos para investigaciones, que muy difícilmente se encuentran en otros laboratorios, el Comité solicita de la Organización Internacional de Cooperación Intelectual, que tenga a bien señalar a los Gobiernos británico y español, por los medios que dicha Organización estime oportunos, el mérito de esos Laboratorios especializados, que se consideran por los sabios de todos los países como Laboratorios Internacionales" [GAMBOA, 1982, pp. 9-10].

Moles había hecho su tesis, una revisión del peso atómico del bromo, en el Laboratorio de Guye, en Ginebra. La escuela de Guye *defendía la tesis de que los valores de los pesos atómicos de los halógenos, así como los del nitrógeno, carbono y azufre, obtenidos por métodos físico-químicos, en este caso el de la determinación de la masa del litro normal de compuestos gaseosos, son más fiables que los obtenidos por los métodos químicos clásicos* [SANCHO GOMEZ, 1982, p. 5]. Durante la etapa del INFQ en esta sección se siguió trabajando en el aumento de la precisión de las medidas de pesos atómicos mediante el refinamiento de la parte física de las mismas y también en la búsqueda de isótopos de los distintos elementos.

De todas las secciones del INFQ, Química Física fue la que contó con un número mayor de investigadoras. Su director se rodeó siempre de colaboradoras y ejerció un papel activo para promover su estatus científico. En la Sociedad Española de Física y Química, donde se exigía que cada nuevo socio fuera presentado por dos antiguos, fue Moles el miembro asociado que, hasta 1936, presentó más mujeres (a 27 de ellas, lo que suponía el 18% de las 150 socias que en total hubo durante el periodo estudiado). Esta actitud se refleja también en sus publicaciones. Muchos de sus trabajos los llevó a cabo con colaboración femenina. Así lo atestiguan las cifras, pues de los 44 trabajos de investigación que Moles realizó en colaboración con otros miembros del equipo en esta década, 17 (el 39%) iban firmados también por una mujer.

El Cuadro 13 refleja el número de artículos firmados conjuntamente por Moles y por alguna de las investigadoras de su sección.

Cuadro 13. *Artículos de Moles con distintas investigadoras. Sección de Química-Física*⁵⁷

Autores	Nº de artículos
Enrique Moles y Teresa Salazar	4
Enrique Moles y Teresa Toral	6
Enrique Moles, Teresa Toral y Escribano	3
Enrique Moles y Carlota R. de Robles	2
Enrique Moles y Pilar Villán	1
E. Moles y Narcisa Martín Retortillo	1

Por sus contribuciones y trayectoria destacan, en esta sección, Teresa Toral y M^a Teresa Salazar. Ambas eran doctoras en químicas y profesoras en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central y su dedicación a la investigación queda reflejada en el número importante de sus publicaciones, especialmente Teresa Toral. De los 87 trabajos de la sección que se publicaron en total, Moles firma con Teresa Toral 9 artículos y ella hace uno sola, lo que da para el haber de esta mujer el 11,5% de todos los trabajos de la sección. Además, la firma de Teresa Toral aparece en 6 de los 16 artículos que se publicaron en revistas extranjeras, lo que puede traducirse diciendo que un 35% de las publicaciones extranjeras de Moles fueron realizadas en colaboración con Teresa Toral⁵⁸. A comienzos de 1936 solicita una pensión de la JAE para ir a Londres, durante dos años, a trabajar sobre *Isotopía*, pensión que no llegó a disfrutarse, continuando hasta el final de la Guerra en Madrid.

M^a Teresa Salazar, doctora en químicas (1931) con una tesis de título *Nueva revisión de la densidad normal del gas óxido de carbono*, también colaborará estrechamente con Moles⁵⁹. Juntos llevaron a cabo la revisión del peso atómico del carbono, calculando un valor (C=12,004) que parecía estar en consonancia con la existencia de un isótopo 13 del mismo. En 1934 solicita una pensión de la JAE para trabajar en el Instituto del Radio que dirigía Mme Curie sobre la *Estructura del núcleo atómico*. Para ello contaba con el beneplácito de la citada profesora que en sus distintos pasos por Madrid [había] manifestado reiteradamente al Prof. Moles el interés y la complacencia con que vería en su Instituto un colaborador español⁶⁰. Pero ese mismo año, 1934, se produce la muerte de Marie Curie y la Dirección del Instituto del Radio pasa al Prof. Debiérne. Bajo la reestructuración del personal investigador realizada por el nuevo director, M^a T. Salazar no encuentra acomodo y es entonces cuando cambia su destino por el Laboratoire de Chimie Physique Appliquée de la Universidad de París, Ecole Pratique des Hautes Etudes, en donde trabajará bajo la dirección del profesor René Audubert sobre

*Variación de la tensión superficial en las materias colorantes, comenzando en primer término por el verde malaquita*⁶¹.

En el panel de personal correspondiente a 1933-34, la Sección de Química-Física, dirigida por E. Moles con la colaboración de M. Crespi y F. González Núñez, tenía como becarios a C. Nogareda, A. Pérez Vitoria, J. Sancho y María Teresa Salazar. Como colaboradores tenía a María Aragón García, Adela Barnés, Asunción Fernández Fournier, Amelia Garrido, Narcisca Martín Retortillo, Carmen Pardo, Carlota R. de Robles y María Teresa Toral, junto a 10 varones. En los trabajos de este curso, 1933-34 se hace constar que, con respecto al peso atómico del carbono, *ha aparecido una rectificación de Aston, respecto de la proporción isotópica relativa, que está de acuerdo con los resultados de nuestro Laboratorio*⁶². Las *Memorias de la JAE* reseñan los trabajos llevados a cabo por 8 varones más los de 4 mujeres:

"Con M^a T^a Salazar se han determinado las densidades normales de los gases óxidos de carbono, oxígeno y nitrógeno, bajo una y media atmósfera de presión. La precisión alcanzada es del orden de 1 en 100.000. De los resultados se ha deducido el valor límite de la masa del litro, calculándose los pesos atómicos del carbono y de nitrógeno y relacionando entre sí estos dos valores, obtenidos a partir de cuerpos isósteros. Se ha deducido también un nuevo valor de volumen molecular normal, concordante con el calculado anteriormente, y se han obtenido asimismo valores de la desviación a la ley de Avogadro para oxígeno, nitrógeno y óxido de carbono. Los resultados todos resultan, como se ha dicho antes, una brillante confirmación de los obtenidos anteriormente en nuestro Laboratorio [...].

Con la señorita Toral se han determinado las curvas de presiones de vapor del nitrobenzeno, estableciendo cierto número de constantes físicas de este cuerpo.

Con la señorita Martín Retortillo se ha llevado a cabo un estudio del diagrama de fusión del sistema nitrato, hidróxido de los metales sodio y potasio, encaminado a confirmar los resultados anteriores del Laboratorio referentes a la posible existencia del ácido ortonítrico.

Los trabajos acerca de la regla de aditividad han tenido una continuación en colaboración con el señor Escribano, que ha realizado el estudio de varios hidratos de sales sódicas, y con la señorita Garrido, que ha terminado el estudio de los hidratos de las schoemitas⁶³.

En la SEFQ intervienen activamente otras componentes del equipo, como Carlota Rodríguez de Robles, dando cuenta de un trabajo llevado a cabo con Moles sobre *Magnitudes moleculares en ácido sulfúrico absoluto* y estableciendo debate con alguno de los asistentes. En esa misma sesión Teresa Toral da cuenta de sus estudios acerca de *Presiones de vapor y calor de*

vaporización del nitrobenzeno y Josefina González expone lo esencial de un trabajo sobre las *Rayas analíticas y cuantitativas del Hafnio entre una longitud de onda de 2330 y 3400 Armstrongs*⁶⁴.

2.7.5. Sección de Química Orgánica

Esta sección estaba dirigida por Antonio Madinaveitia, Catedrático de Química Orgánica en la Facultad de Farmacia que se había formado en el Instituto Politécnico de Zurich en la época en que era profesor de química *el gran Ricardo Willstaetter, judío alemán, premio Nobel en 1913 por sus investigaciones fundamentales en la química de productos naturales (clorofila, alcaloides del tropano, antocianos, enzimas, quinonas, betaínas, etc.) y primera víctima universitaria del antisemitismo alemán nazi (Munich, 1927)* [GIRAL GONZALEZ, 1982, pp. 39-40]. También había trabajado con Fourneau, director del Instituto Pasteur de París, con el que se iniciaría en la síntesis de medicamentos.

En 1930-31, todavía en la Facultad de Farmacia, trabaja en el equipo, junto a 6 varones, Natividad Gómez que, a lo largo del curso, publica dos trabajos reseñados en las *Memorias de la JAE: Espectro de adsorción en el U.V. del ácido barbitúrico y el veronal y Espectro de la plumbagina y las naftoquinonas*. El estudio de la plumbagina, colorante vegetal de la raíz del Plumbago, daría lugar posteriormente a muchos trabajos sobre naftoquinonas, familiarizando a los miembros del equipo con síntesis de compuestos que después alguno de ellos haría cuajar en resultados innovadores. Así, en 1939, Francisco Giral, exiliado en México, sintetizaría la vitamina K₃, con gran sorpresa -según sus palabras- de la industria norteamericana [GIRAL GONZALEZ, 1982, p. 42]. Natividad Gómez figura también en la terna de candidatos al Premio Barba para 1933, concedido por la SEFQ y que finalmente recaería en Luis Bru por la serie de cuatro notas originales acerca de *La determinación de estructuras moleculares mediante la difracción de electrones*. Su meritorio trabajo se hace constar en acta en la sesión de concesión del citado Premio⁶⁵.

Durante el curso 1931-32, ya instalados en el INFQ, trabajarán en la sección Petra Barnés y Carmen Gómez. En el curso 1933-34 la estructura es la siguiente: A. González colabora en la dirección, hay 4 becarios y 10 colaboradores, uno de los cuales es Carmen Gómez Escolar. Esta última fue directora del Laboratorio Foster de química de la Residencia de Señoritas, desde el principio de los años 30 y hasta los últimos años. Carmen Gómez, que -como se ha citado anteriormente- en 1928 había empezado a colaborar en el

Laboratorio de Química Orgánica y Biológica, compaginaba este trabajo con sus investigaciones en el INFQ:

"Prosiguiendo los estudios de productos naturales, A. González se ha ocupado, en colaboración con la señorita C. Gómez, del estudio de los glucósidos de la naranja en relación con los de las hojas de buchu"⁶⁶.

2.7.6. Sección de Electroquímica

Su director, Julio de Guzmán Carrancio fue el único que desempeñó esta tarea también tras la Guerra Civil, hasta su fallecimiento en 1956. Durante el periodo del INFQ se trabajó en la línea *de sustituir los electrodos de platino, muy costosos y únicos citados en la bibliografía, por otros más asequibles en precio, para la ejecución de los rápidos y cómodos análisis electrométricos de diversos iones metálicos (Cu, Co, Zn, Cd, etc.), frente a los puramente químicos, que entonces se realizaban con fines técnicos o comerciales casi con exclusividad* [MINGARRO, 1982, p. 51]. También se comenzó a trabajar en métodos electrolíticos de análisis, llevando a cabo un total de 29 trabajos de investigación, de los que 27 se publicaron en los *Anales de la SEFQ*. En la *Memoria* de la Junta correspondiente al curso 1931-32, se reseña la colaboración *en estos trabajos [de] las señoritas Armesto, González, García Amo, Orozco y Zuasti*⁶⁷.

La sección, en 1933-34, además de la colaboración de A. Rancaño en la dirección, consta de dos becarios y 10 colaboradores, entre los que se hallan Vicenta Arnal y Patrocinio Armesto. En las *Memorias de la JAE* no se encuentran referencias a los trabajos de éstas, aunque Vicenta Arnal publicó ampliamente y realizó una labor investigadora de mérito. En este vacío sin duda influiría el que la carrera de esta última y sus trabajos de investigación se habían iniciado fuera de Madrid, concretamente en Zaragoza.

Vicenta Arnal fue una de las tres doctoras en química que dio la Universidad de Zaragoza hasta 1936⁶⁸. Su tesis doctoral, leída en 1930 ante un tribunal formado por A. de Gregorio, Calamita, Juan Cabrera, Iñiguez y Rius se titulaba *Estudio potenciométrico del ácido hipocloroso y de sus sales*. Fue profesora auxiliar en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, haciéndose cargo de la asignatura de Química Inorgánica en 1927 y de la Ampliación de Física de la misma Facultad en 1928 y 1929, en ambos casos sustituyendo al catedrático ausente. También desde 1926 había realizado trabajos de investigación en los laboratorios de Química teórica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza; de Electroquímica en la Escuela Industrial de Zaragoza; de Análisis Químico y Química Industrial en la

Escuela Superior de Trabajo de Madrid y en el Anstalt für Anorganische Chemie de Basilea (Suiza), donde estuvo trabajando con el profesor Ficher tras lograr una pensión de la JAE. En 1928 había aprobado las oposiciones a Cátedras de Física y Química de Instituto y en 1933 entrará a trabajar en la Sección de Electroquímica del INFQ. De su interesante trayectoria dan cuenta las publicaciones recogidas en su Hoja de Servicios⁶⁹.

3. Conclusiones

Tras el análisis de los datos anteriores podemos concluir que, en el primer tercio del siglo XX, las mujeres españolas participaron de manera notable, junto a los varones de su época, en el desarrollo de la física y la química en España, una participación que se incrementaría ostensiblemente en el periodo republicano, previo a la Guerra Civil. En particular, es destacable la presencia de investigadoras en el INFQ, en donde el porcentaje promedio anual en relación al total del personal científico fue cercano al 23%. Esta presencia sería más patente en las secciones de química-física y espectroscopía. Su contribución a las líneas de investigación que allí se desarrollaban, si atendemos al número de publicaciones y a la carga de trabajo que recayó sobre ellas, fue también notable: estas investigadoras aportaron la experiencia adquirida en sus estancias en el extranjero; se hicieron cargo, en muchos casos, del montaje de los aparatos y publicaron un número importante de trabajos -solas y/o firmando con el director de la sección-. En particular, en la de Espectroscopía las mujeres fueron claramente un soporte básico del trabajo que allí se llevaba a cabo, destacando la contribución especial de Dorotea Barnés en la introducción en España de las técnicas espectroscópicas Raman. En términos generales, además de Dorotea Barnés, sobresalieron Vicenta Arnal, Piedad de la Cierva Viudes, Teresa Toral y Teresa Salazar.

Por sus expedientes y trayectoria profesional en estos años podemos afirmar que el grupo de mujeres del INFQ fue de alumnas brillantes e investigadoras fructíferas. Pertenecientes, en su mayoría, a la clase media ilustrada ligada a los núcleos republicanos, en ellas se dejó sentir la influencia de las ideas de la Institución Libre de Enseñanza, a través de su formación en el Instituto Escuela, con el que muchas de ellas estuvieron relacionadas.

En los primeros años 30, las españolas se unieron así a la tormentosa y desigual corriente que llevó a europeas y norteamericanas a incorporarse a profesiones y actividades que antes les eran vedadas. Desgraciadamente la Guerra Civil española trajo consigo la retirada de estas mujeres de la ciencia, algo que también sucedió a sus colegas varones, aunque muchos de éstos

continuarían con sus actividades científicas en el exilio. En algunos casos hay que decir que el matrimonio las había retirado previamente. Pese a su corta duración en el tiempo, la significación simbólica de este grupo es importante y radica en que su presencia y su actividad en espacios antes concebidos como sólo de varones suponía un hito en el camino de las mujeres hacia la condición de iguales.

NOTAS

- 1 *Memorias de la JAE, 1910-11*. Madrid, 1912, p. 151.
- 2 *Memorias de la JAE*, hasta 1916-17.
- 3 *Memorias de la JAE, 1918-19*. Madrid, 1920, p. 12.
- 4 *Memorias de la JAE, 1912-13*. Madrid, 1914, p. 62.
- 5 *Memorias de la JAE, 1916-17*. Madrid, 1918, p. 185.
- 6 *Memorias de la JAE, 1914-15*. Madrid, 1916; *Memorias de la JAE, 1916-17*. Madrid, 1918; *Memorias de la JAE, 1918-19*. Madrid, 1920.
- 7 *Memorias de la JAE, 1922-24*. Madrid, 1925, p. 178.
- 8 MARTIN BRAVO, Felisa (1926) "Determinación de la estructura cristalina del óxido de níquel, del de cobalto y del sulfuro de plomo". *Anales de la SEFQ*, 24, 611-646.
- 9 *Memorias de la JAE, 1924-26*. Madrid, 1927, p. 242.
- 10 La Cátedra Cajal fue creada en honor de Santiago Ramón y Cajal, mediante una donación de la Asociación Española de Buenos Aires.
- 11 *Memorias de la JAE, 1926-28*. Madrid, 1929, p. 184.
- 12 *Memorias de la JAE, 1928-30*. Madrid, 1931, p. 197.
- 13 *Memorias de la JAE, 1922-24*. Madrid, 1925, p. 185.
- 14 PRADEL, Carmen (1926) "Contribuciones al estudio de algunas sales alcalinas y alcalino-térreas del ácido tartrobismútico". *Anales de la SEFQ*, 24, 600-610.
- 15 *Memorias de la JAE, 1924-26*. Madrid, 1927, p. 249.
- 16 *Memorias de la JAE, 1928-30*. Madrid, 1931, p. 203.
- 17 *Memorias de la JAE, 1928-30*. Madrid, 1931, p. 201.
- 18 *Memorias de la JAE, 1914-15*. Madrid, 1916, p. 241; *Memorias de la JAE, 1918-1919*. Madrid, 1920, pp. 182-183.
- 19 *Memorias de la JAE, 1924-1926*. Madrid, 1927, p. 322.
- 20 *Memorias de la JAE, 1928-1930*. Madrid, 1931, pp. 264-265.
- 21 RANEDO, José y NAVARRO, María Luz (1931) "Sobre la presencia del ácido pinabietínico en el bálsamo del Canadá". *Anales de la SEFQ*, 29, 426-430.
- 22 *Memorias de la JAE, 1930-32*. Madrid, 1933, pp. 247-248.
- 23 *Memorias de la JAE, 1933-34*. Madrid, 1935, p. 371.
- 24 *Memorias de la JAE, 1928-30*. Madrid, 1931, p. 262.
- 25 ESPESO GONZALEZ, Concepción (1928) "Reconocimiento del jugo de manzanas en las conservas de otras frutas". *Anales de la SEFQ*, 26, 25-32; ESPESO

GONZALEZ, Concepción (1928) *Isomería geométrica en el grupo del ácido cinámico*. Memoria de Doctorado.

26 *Memorias de la JAE, 1928-30*. Madrid, 1931, p. 263.

27 GOMEZ ESCOLAR, Carmen (1930) "Un método rápido para la valoración del arsénico en los medicamentos". *Anales de la SEFQ*, 28, 167-170; GOMEZ ESCOLAR, Carmen (1930) "Estructura de la molécula del Veronal". *Anales de la SEFQ*, 28, 495-500.

28 Esta comparación se establece a efectos de evaluación de la labor realizada por el Laboratorio Foster, no para evaluar la demanda de plazas o el éxito de la química entre hombres y mujeres. En el Laboratorio de Ranedo, la cifra de 14 alumnos se repite año tras año, por lo que hay que pensar que sería un límite impuesto por el espacio.

29 Véase MAGALLON, Carmen (1996) *Las mujeres en las ciencias físico-matemáticas en el primer tercio del siglo XX: su participación en el Instituto Nacional de Física y Química*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.

30 *Memorias de la JAE, 1931-32*. Madrid, 1933, p. 169.

31 AUSEJO, Elena y MAGALLON, Carmen (1994) "Women's Participation in Spanish Scientific Institutions (1868-1936)". *Physis. Rivista Internazionale di Storia della Scienza*. Vol. XXXI, 537-551.

32 Para delimitar el grupo de investigadoras que trabajaron en el INFQ se ha tomado como base el listado de personal incluido en la publicación especial realizada con motivo de los cincuenta años de creación del INFQ [GAMBOA, 1982] corregido y completado con datos extraídos de las *Memorias* y documentos de los Archivos de la JAE. Al tomar siempre la suma de las informaciones, el listado resultante responde a criterios amplios, es decir, incluye también al personal investigador en formación.

33 *Memorias de la JAE, 1933-34*. Madrid, 1935, pp. 263-264. En este cuadro los colaboradores directos y la figura del agregado se han incluido bajo el epígrafe de dirección y las mujeres se han separado mediante un guión.

34 Estas cifras están dadas a la baja, es decir, incluyen sólo aquéllas de las que se posee certeza de la culminación de la tesis, por reflejarlo en su expediente personal.

35 *Memorias de la JAE, 1926-28*. Madrid, 1929, p.183.

36 *Memorias de la JAE, 1931-32*. Madrid, 1933, p. 169.

37 *Memorias de la JAE, 1931-32*, pp. 66-67.

38 *Memorias de la JAE, 1931-32*, pp. 67-70.

39 *Memorias de la JAE, 1931-32*. Madrid, 1933, pp. 169-170.

40 MARTIN BRAVO, Felisa (s.d.) "Corrientes eléctricas verticales originadas por la acción de las puntas bajo nubes de tormenta, chaparrones, etc". Madrid, Archivo de la JAE.

41 CIERVA VIUDES, P. y LOSADA, J. (1933) "Medidas fotométricas de la reflexión de los rayos X". *Anales de la SEFQ*, 31, 607; CIERVA VIUDES, P. & PALACIOS, J. (1934) "Medidas fotométricas de la reflexión de los rayos X". *Anales de la SEFQ*, 32, 391; CIERVA VIUDES, P. & PALACIOS, J. (1935) "Factores atómicos absolutos del azufre y del Plomo". *Anales de la SEFQ*, 33, 34-38; CIERVA VIUDES, P. (1936) "Emisión de neutrones por minerales". *Anales de*

la SEFQ, 33, 766-769; PALACIOS, J. & RIVOIR, L. & CIERVA VIUDES, P. (1936) "Medidas fotométricas de la reflexión de los Rayos X. IV. Comparación de intensidades muy diferentes". *Anales de la SEFQ*, 34, 743-747; CIERVA VIUDES, P. & RIVOIR, L. (1936) "Análisis químico por Rayos X". *Anales de la SEFQ*, 34, 770-778.

42 "Acta de la sesión del día 3 de Julio de 1933". *Anales de la SEFQ*, 1933, pp. 343-344.

43 Piedad de la Cierva Viudes. Instancia al Presidente de la JAE, Madrid 6 de febrero de 1935. Archivo JAE, 36-514.

44 CIERVA VIUDES, Piedad de la (1936) "Bifurcación en la transmutación del aluminio por la acción de los neutrones rápidos". *Anales de la SEFQ*, 33, 541-588.

45 *Memorias de la JAE, 1924-26*. Madrid, 1927, p. 246.

46 Lo haría al año siguiente en SOMMERFELD, Arnold (1923) "Über die Deutung verwickelter Spektren (Mangan, Chrom, usw.) nach der Methode der inneren Quantenzahlen". *Annalen der Physik*, 70, 32-62.

47 *Memorias de la JAE, 1924-26*. Madrid, 1927, p. 246.

48 Eventualmente el libro no llegaría a publicarse [SANCHEZ RON, 1994, pp. 263-270].

49 Acta de la sesión de 21 de diciembre de 1932. *Anales de la SEFQ*. Madrid, 1933.

50 *Memorias de la JAE, 1933-34*. Madrid, 1935, pp. 268-270.

51 De 61 publicaciones de Moles contabilizadas hasta 1939, 44 son de firma compartida.

52 GARCIA DEL VALLE, M. Paz (1931) "Espectro de bandas" de E. Rabinowitsch (traducción). *Anales de la SEFQ*, 29, 239-265.

53 PIÑA DE RUBIES, Santiago & GONZALEZ AGUADO, Josefa (1935) "Rayas analíticas y cuantitativas del hafnio en el espectro de arco". *Anales de la SEFQ*, 33, 549-570.

54 MADARIAGA Y ROJO, Pilar de (1930) "Superdesecación". *Boletín de la Universidad de Madrid*, Año II, 6, 102-106; CATALAN, M.A. & MADARIAGA, P. (1933) "Estudios sobre series espectrales IV. Molibdeno I". *Revista de la ACEFN*, 30, 621-659; CATALAN, M.A. & MADARIAGA, P. (1933b) "Análisis estructural del espectro I del Molibdeno (2ª parte)". *Anales de la SEFQ*, 31, 707-734.

55 CATALAN, M.A. & MARTINEZ SANCHO, Pilar (1931) "Estructura del espectro del Cromo I". *Anales de la SEFQ*, 29, 327-366; MARTINEZ SANCHO, Pilar (1932) "Efecto Zeeman de los términos Zr I y del Zr II". *Anales de de la SEFQ*, 30, 867-875; MARTINEZ SANCHO, Pilar (1933) "La estructura del espectro del Molibdeno II". *Memorias de la JAE, 1931-1932*. Madrid.

56 BARNES GONZALEZ, Dorotea (1929) "Los radicales inorgánicos libres". *Boletín de la Universidad de Madrid*, noviembre 1929, 610-622; BARNES GONZALEZ, Dorotea (1930) "Estudio de la cistina y de su espectro de absorción". *Anales de la SEFQ*, 28, 1386-1406; COGHILL, R.D. & BARNES GONZALEZ, Dorotea (1932) "Estudio del ácido nucleínico del bacilo de la difteria". *Anales de la SEFQ*, 30, 208-221; KOHLRAUSCH, K.W.F. & BARNES GONZALEZ, Dorotea (1932) "Espectro de vibración de las parafinas". *Anales de la SEFQ*, 30, 733-742;

FOSTER, M. Louise; BARNES GONZALEZ, Dorotea & ANSLOW, Gladys (1930) "A Study of Some of the Chemical Characteristics and the Absorption Spectrum of Cystine". *The Journal of Biological Chemistry*, 89(2), 665-673.

57 [SANCHO GOMEZ, 1982, pp. 10-17].

58 TORAL PEÑARANDA, M. Teresa & MOLES, E. (1933) "Curva de presiones de vapor del nitrobenzenceno". *Anales de la SEFQ*, 31, 735-1033; TORAL PEÑARANDA, M. Teresa (1935) "Obtención del Hexaclorodisilano". *Anales de la SEFQ*, 33, 225-229; MOLES, Enrique & TORAL PEÑARANDA, M. Teresa (1936) "Acerca del peso atómico del Carbono". *Boletín de la ACEFN*, 2, 4, 4-5; MOLES, Enrique & TORAL PEÑARANDA, M. Teresa (1936) "Las relaciones molares $\text{CO}_2:\text{O}_2$ y $\text{N}_2\text{O}:\text{O}_2$. Nueva revisión de los pesos atómicos de Carbono y Nitrógeno". *Sitzungsberichte Akademie Wissenschaften Wien*, 145, 948; MOLES, Enrique & TORAL PEÑARANDA, M. Teresa (1936) "Las relaciones molares $\text{CO}_2:\text{O}_2$ y $\text{N}_2\text{O}:\text{O}_2$. Nueva revisión de los pesos atómicos de Carbono y Nitrógeno". *Monatshefte für Chemie*, 69, 342-362; MOLES, Enrique & TORAL PEÑARANDA, M. Teresa (1937) "Nueva revisión de los pesos atómicos de Carbono y Nitrógeno". *Anales de la SEFQ*, 35, 42-71; MOLES, Enrique & TORAL PEÑARANDA, M. Teresa (1938) "Über die Granzdichte von Siliziumtetrafluorid Atomgewicht des Fluors". *Zeitschrift für Anorganische Allgemeine Chemie*, 236, 225-231; MOLES, E. & ESCRIBANO, A. & TORAL, M.T. (1938) "La densité-limite et les poids moleculaire de l'Ethylene. Nouvelle revision du poids atomique du Carbone". *Comptes Rendues Académie des Sciences*, 207, 1044-1046; MOLES, E. & ESCRIBANO, A. & TORAL, M.T. (1938) "Sur la densité-limite des gaz SO_2 . Poids atomique du Soufre". *Comptes Rendues Académie des Sciences*, 206, 1726-1728; MOLES, E. & ESCRIBANO, A. & TORAL, M.T. (1939) "Limiting densities and molecular weights of Oxygen, Carbon dioxide, Sulphur dioxide and Hydrogen Sulphide. Atomic Weights for Carbon and Sulphur". *Transactions Faraday Society*, 35, 1439-1452.

59 MOLES, Enrique & SALAZAR BERMUDEZ, M. Teresa (1932) "Nueva revisión de la densidad normal del gas óxido de carbono. Peso atómico del Carbono". *Anales de la SEFQ*, 30, 182-199; MOLES, Enrique & SALAZAR BERMUDEZ, M. Teresa (1932) "Nueva revisión de la densidad normal del gas óxido de Carbono. Masa atómica del Carbono". *Revista de la ACEFN*, 28, 534-572; MOLES, Enrique & SALAZAR BERMUDEZ, M. Teresa (1934) "La relación de densidades normales del CO y O_2 . Pesos atómicos del Carbono y del Nitrógeno". *Anales de la SEFQ*, 32, 954-978 [Publicado también por el INFQ, nº 107]; MOLES, Enrique & SALAZAR BERMUDEZ, M. Teresa (1934) "Nueva revisión de la masa del litro normal del gas amoníaco. Peso atómico del Nitrógeno". Trabajo presentado al *IX Congreso de Química Pura y Aplicada*. Madrid, vol. 2, 217-224. SALAZAR BERMUDEZ, M. Teresa & SOSA, A. (1935) "Sobre las solubilidades y densidades de algunos verdes malaquita". *Anales de la SEFQ*, 33, 861-863.

60 M^a Teresa Salazar. Instancia al Presidente de la JAE, Madrid I de febrero de 1934.

61 Resultado de su estancia será el artículo: SALAZAR BERMUDEZ, M. Teresa & SOSA, A. (1935) "Sobre las solubilidades y densidades de algunos verdes malaquita". *Anales de la SEFQ*, 33, 861-863.

62 *Memorias de la JAE, 1933-34*. Madrid, 1935, pp. 270-271.

63 *Ibídem*, pp. 271-272.

64 "Acta de la sesión del día 3 de Julio de 1933". *Anales de la SEFQ*, 1933, pp. 344-346.

65 "Acta de la Sesión Extraordinaria celebrada el 18 de Diciembre por las Secciones de: Madrid, Sevilla, Barcelona, Oviedo, Valencia y Granada". *Anales de la SEFQ*, 1933, p. 20.

66 *Memorias de la JAE, 1933-34*. Madrid, 1935, p. 274.

67 *Memorias de la JAE, 1931-32*. Madrid, 1933, p. 175.

68 Las otras dos fueron Antonia Zorraquino Zorraquino y Angela García de la Puerta.

69 RIUS, Antonio; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta & GARCIA DE LA PUERTA, Angela (1926) "Sobre la oxidación electrolítica de los cloratos". *Universidad*, 3(2), 439-443; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (1927) "Estudio potenciométrico de la reacción entre los halógenos y los álcalis. Nuevo procedimiento para el análisis de las lejías de hipocloritos". *Universidad* [*]; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (1928) "The electrometric Titration of Hypochlorite and Hypochlorite Carbonate Mixtures". *Transactions of the American Chemical Society*, New York; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (1930) "Estudio potenciométrico del ácido hipocloroso y de sus sales (I)". *Universidad*, 7(2), 361-408; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (1930) "Estudio potenciométrico del ácido hipocloroso y de sus sales (Conclusión)". *Universidad*, 7(3-4), 625-666; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (s.d.) "Enwirkung von Fluor auf Cer (III) sulfat und auf Jodate". *Helvetica Chimica Acta*, Suiza [Ref. Exp. personal, Archivo General de la Administración]; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (s.d.) "Estudio del potencial del electrodo de cloro y sus aplicaciones al análisis". *Anales de la SEFQ* [*]; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (s.d.) *Historia de la Química*. Traducción de *Geschichte der Chemie* del Prof. Hugo Bauer, 5ª ed. alemana. Madrid, Labor [*]; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (s.d.) *Historia de la Física*. Traducción de *Geschichte der Physik* del Prof. Kistner. Madrid, Labor [*]; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (s.d.) "La constante de disociación del ácido hipocloroso, deducida de la curva potenciométrica de neutralización". *Anales de la SEFQ* [*]; ARNAL YARZA, Jenara Vicenta (s.d.) "Versuche über electrochemische Darstellung von Zink- und Lanthanpersulfat". *Helvetica Chimica Acta*, Suiza [*].

[*] Expediente personal, Archivo General de la Administración, Alcalá de Henares, Madrid.

FUENTES

Archivo General de la Administración. Fondos del Ministerio de Educación, Alcalá de Henares.

Archivo de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Madrid, Residencia de Estudiantes.

Archivo de la Residencia de Señoritas. Madrid, Fundación Ortega y Gasset.

Archivo del International Institute for Girls in Spain. Northampton, Massachusetts, USA, Smith College.

Radcliffe College Archives. Cambridge, Massachusetts, USA.

BIBLIOGRAFIA

BACHER, Robert F. & GOUDSMIT, Samuel (1932) *Atomic Energy States. As derived from the Analyses of Optical Spectra*. New York & London, McGraw-Hill.

BRU VILASECA, Luis (1982) "Determinación de estructuras cristalinas mediante la difracción de Rayos X. Antecedentes, periodo 1932-1936 y derivaciones". En: J. Miguel Gamboa *et al.* (coord.), *50 años de Investigación en Física y Química en el edificio Rockefeller de Madrid, 1932-1982*. Madrid, CSIC, 89-94.

CATALAN, M.A. (1922) "Series and other regularities in the spectrum of manganese". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A*, 223, 127-173.

CONDON, E.U. & SHORTLEY, G.H. (1935) *The theory of Atomic Spectra*. New York, The MacMillan Company.

GAMBOA, J. Miguel *et al.* (coord.) (1982) *50 años de Investigación en Física y Química en el edificio Rockefeller de Madrid, 1932-1982*. Madrid, CSIC.

GIRAL GONZALEZ, Francisco (1982) "Química Orgánica (1932-1939)". En: J. Miguel Gamboa *et al.* (coord.), *50 años de Investigación en Física y Química en el edificio Rockefeller de Madrid, 1932-1982*. Madrid, CSIC, 39-42.

MINGARRO SATUE, Antonio (1982) "Electroquímica (1932-1936)". En: J. Miguel Gamboa *et al.* (coord.), *50 años de Investigación en Física y Química en el edificio Rockefeller de Madrid, 1932-1982*. Madrid, CSIC, 51-53.

NAVARRO VEGUILLAS, Luis (ed.) *Història de la física. Actas de las Trobades científiques de la Mediterrània*. Barcelona, CIRIT.

SANCHEZ RON (1994) *Miguel Catalán. Su obra y su mundo*. Madrid, CSIC.

SANCHO GOMEZ, Juan (1982) "Química física y química inorgánica. Década de los años 30". En: J. Miguel Gamboa *et al.* (coord.), *50 años de Investigación en Física y Química en el edificio Rockefeller de Madrid, 1932-1982*. Madrid, CSIC, 5-17.

VALERA, Manuel (1988) "Principales áreas de investigación existentes en la física española durante el primer tercio de siglo". En: Luis Navarro Veguillas (ed.), *Història de la física. Actas de las Trobades científiques de la Mediterrània*. Barcelona, CIRIT, 355-365, p. 363.

VELASCO, R. (1977) *El mundo atómico de Miguel Catalán*. Madrid, SEDO. Citado en ARAGON DE LA CRUZ, F. (1988) "El modelo atómico de Bohr-Sommerfeld y la investigación de la física en España durante el primer tercio del siglo XX". En: Luis Navarro Veguillas (ed.), *Història de la física. Actas de las Trobades científiques de la Mediterrània*. Barcelona, CIRIT, p. 220.

VELAYOS HERMIDA, Salvador (1982) "Magnetismo". En: J. Miguel Gamboa (coord.), *50 años de Investigación en Física y Química en el edificio Rockefeller de Madrid, 1932-1982*. Madrid, CSIC, 65-80.

ZULUETA, Carmen de (1992) *Cien años de educación de la mujer española. Historia del Instituto Internacional*. Madrid, Castalia.