

# La investigación química en Granada en el siglo actual (1900-1975)

JOSÉ MANUEL CANO PAVÓN\*

## SUMARIO

1.—Introducción. 2.—Datos cuantitativos. 3.—Periodo 1900-1936. 3.1.—Química Orgánica. 3.2.—Química Inorgánica. 3.3.—Química Analítica. 4.—La guerra civil y la postguerra (1937-1955). 4.1.—Química Inorgánica. 4.2.—Mineralogía. Edafología. 4.3.—Química Analítica. Análisis clínicos. 4.4.—Química Orgánica. Química Física. 5.—Periodo 1956-1975. 5.1.—Química Inorgánica. 5.2.—Mineralogía. Edafología. Agroquímica. 5.3.—Química Analítica. 5.4.—Química Orgánica. Química Física. 5.5.—Bioquímica. Fisiología. Bromatología. 6.—Consideraciones finales.

## RESUMEN

Se estudia el desarrollo de la investigación en Química en Granada entre 1900 y 1975, efectuando en primer lugar un estudio cuantitativo sobre el conjunto de la producción bibliográfica, y sobre los distintos periodos (1900-1936, 1937-1955 y 1956-1975) en que se han dividido arbitrariamente los tres cuartos de siglo considerados. A continuación se realiza una descripción de las más importantes líneas investigadoras cultivadas en Granada en el campo de la Química, tanto en los centros universitarios como en los dependientes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), haciendo algunas consideraciones sobre las características y las aportaciones de esta actividad investigadora. Del estudio realizado se observa que la investigación científica se fue consolidando lentamente en los años treinta. La guerra civil modificó sustancialmente la situación y, ya en la postguerra, la importante influencia del CSIC determinó que las investigaciones en el campo de silicatos y minerales arcillosos (mineralogía, reactividad, aplicaciones) fueran las más numerosas hasta bien entrados los años sesenta. A partir de 1965, la investigación se fue diversificando, aumentando en importancia los trabajos sobre temas de Bioquímica, Fisiología y Química Analítica.

BIBLID [0211-9536(1996) 16; 317-367]

Fecha de aceptación: 15 de febrero de 1995

---

(\*) Doctor en Ciencias Químicas y Licenciado en Geografía e Historia. Catedrático de Química Analítica de la Universidad de Málaga. Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos, E-29071 Málaga.

## 1. INTRODUCCIÓN

Hay pocos estudios publicados hasta la fecha sobre la investigación científica española en el siglo actual, sobre todo a nivel provincial o regional. Esto es especialmente acusado en el campo de la Química y materias afines. Salvo algunas biografías de determinados científicos (1), el resto de lo publicado no es muy abundante. Un estudio interesante, aunque no demasiado extenso, en el realizado por Lora Tamayo (2), en el que además de una revisión bibliográfica —incompleta— basada principalmente en los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química (RSEFQ)*, vierte su propia y dilatada experiencia personal.

En los últimos años han aparecido algunos estudios bibliométricos sobre la investigación química española en su conjunto. Así, se han revisado estadísticamente los artículos publicados en los citados *Anales de la RSEFQ* durante los periodos 1903-1937 (3) y 1940-1965 (4); un estudio similar se realizó para el caso de la investigación en Física a partir de 1940 (5). También se han considerado diversos aspectos de la investigación en Química durante el agitado periodo de la guerra civil (6). Recientemente se ha publicado un trabajo en el que se recoge exhaustivamente

- 
- (1) Pueden citarse, a título de ejemplo, las siguientes: MOLES CONDE, E. *Enrique Moles. Un gran químico de España*, Madrid, Artes Gráficas L. Pérez, 1975.; RICO RODRÍGUEZ, F. R. *Miguel A. Catalán*, Santander, Fundación Marcelino Botín, 1983; CABRERA SÁNCHEZ, N. *Blas Cabrera. Resumen de su actividad científica*, Santander, Consejería de Cultura del Gobierno de Cantabria, 1983.
  - (2) LORA TAMAYO, M. *La investigación química española*, Madrid, Alhambra, 1984.
  - (3) INIESTA, M. A. *La producción española en Química a través de los «Anales de la R.S.E.F.Q.» (1903-1937)*, Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 1992.
  - (4) PALAO POVEDA, G. *Aproximación a la investigación química española, desde 1940 a 1965, a través de los «Anales de la R.S.E.F.Q.»*, Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, 1992.
  - (5) LÓPEZ FERNÁNDEZ, C.; VALERA CANDEL, M. Estudio bibliométrico-multivariante de los artículos de Física publicados en los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química* durante el periodo franquista (1940-1975), *Llull*, 1983, 6, 37-56.
  - (6) PALAO POVEDA, G.; LÓPEZ FERNÁNDEZ, C.; VALERA CANDEL, M. La guerra civil española y la investigación científica en Química. Estudio preliminar, *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, San Sebastián-Zaragoza, SEHC, 1986, vol. 3, pp. 395-411; CANO PAVÓN, J. M. La investigación química en España durante el periodo 1933-1950. Datos estadísticos, *An. Quím.*, 1992, 88, 270-271.

la evolución de la investigación en España entre 1907 y 1990 a partir de los datos de *Chemical Abstracts* (7); de la cuantificación de dichos datos se comprueban los distintos periodos históricos de la investigación española: crecimiento en los años veinte y treinta, descenso brutal en la época de la guerra civil y los primeros años cuarenta, crecimiento importante entre 1945 y 1955, estabilización posterior e incremento espectacular a partir de 1970. Este crecimiento en los años setenta ha sido comprobado también mediante un estudio realizado por Pérez Álvarez-Osorio sobre dos años concretos —1975 y 1980— situados en la mitad y en el final de dicho periodo (8). También han visto la luz algunos datos parciales sobre la investigación científica española en Física y Química a lo largo del siglo actual (9). Otros estudios se han referido a la evaluación de las influencias extranjeras —obviamente enormes— sobre la investigación química en la postguerra (10), o a reseñar las principales líneas de investigación españolas en el primer tercio del presente siglo (11).

Sobre algunas áreas específicas de Química han aparecido en el último decenio algunos estudios parciales. Entre estos puede citarse el dedicado al desarrollo de la Química Física en España en los años anteriores a la guerra civil (12). Mayor atención ha recibido la Química Analítica, área en la que ha aparecido un trabajo sobre las publicaciones en la revista espa-

- 
- (7) CANO PAVÓN, J. M. Evaluación cuantitativa de la investigación española en Química y materias afines a partir de los datos del *Chemical Abstracts*, *Llull*, 1993, 16, 479-492.
  - (8) PÉREZ ÁLVAREZ-OSORIO, J. R. Análisis comparativo de la literatura química española en 1975 y 1980 a través del *Chemical Abstracts*, *Rev. Esp. Doc. Cient.*, 1983, 6, 33-48.
  - (9) FERREIRO, L.; LÓPEZ AGUADO, C.; BERNAL RODRÍGUEZ, G. Medio siglo de producción científica española en física y química. Estudio cuantitativo de una muestra, *Rev. Esp. Doc. Cient.*, 1989, 12, 31-35.
  - (10) PALAO POVEDA, G. Influencias extranjeras en la investigación química española (1940-1965), *Llull*, 1990, 13, 131-152.
  - (11) INIESTA, M. A.; VALERA CANDEL, M.; MARSET, P. Principales líneas de investigación de la química española durante el primer tercio del siglo xx. In: M. ESTEBAN *et al.* (eds), *Estudios sobre Historia de la Ciencia y de la Técnica*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1988, vol. 2, pp. 1039-1054.
  - (12) MÁXIMO GARCÍA, E.; VALERA CANDEL, M. La Junta de Ampliación de Estudios y el desarrollo de la Química-Física en España, *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, San Sebastián-Zaragoza, SEHC, 1986, vol. 2, pp. 189-221.

ñola *Química Analítica*, y dos estudios cuantitativos más generales elaborados a partir de los datos de *Chemical Abstracts*, el primero dedicado a los años ochenta y el segundo referido al periodo 1954-1980 (13).

A nivel regional la bibliografía es más escasa. Algunos libros publicados hace ya tiempo dedicados a historiar las actividades de determinadas facultades de Ciencias, como Zaragoza o Valladolid (14) aportan datos no muy extensos sobre la actividad investigadora en dichos centros. Mayor información ofrecen los más recientes estudios referidos a las facultades de Ciencias de Oviedo y Murcia, y el trabajo dedicado a la investigación en Zaragoza (15). En los últimos años se han publicado también estudios detallados sobre Sevilla, tanto por lo que respecta a su Universidad como al conjunto de todos los centros investigadores, sean o no universitarios, de la ciudad (16). De ellos pueden sacarse consecuencias de interés sobre cómo ha sido la investigación científica a nivel regional, fuera del ámbito de Madrid —donde se concentraban los mayores recursos humanos y materiales—, sus limitaciones y condicionamientos, su falta de medios y de expectativas.

Para completar los datos disponibles y poder tener una visión más amplia a nivel andaluz sobre el cultivo de la Química en el siglo actual, es absolutamente necesario efectuar un estudio sobre Granada, de forma

- 
- (13) LÓPEZ CALAFI, J.; LOSADA, J.; SALVADOR, A.; DE LA GUARDIA, M. La evolución de la química analítica, en España vista a través de un estudio estadístico y bibliométrico de la revista «Química Analítica», *Rev. Esp. Doc. Cient.*, 1986, 9, 337-349. VALCÁRCEL, M. Spanish analytical chemistry on the verge of the XXI century, *Trends in Analytical Chemistry*, 1993, 12, IX-XIII; CANO PAVÓN, J. M. The Spanish research in analytical chemistry in the period 1954-1980, *Química Analítica*, 1994, 13, 158-159.
- (14) TOMELO LACRUE, M. *Biografía científica de la Universidad de Zaragoza*, Zaragoza, 1962; NIÑO, E. *Historia de la Facultad de Ciencias*, Valladolid, Publ. Univ. Valladolid, 1967.
- (15) ARRIBAS JIMENO, S. *La Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo*, Universidad de Oviedo, Servicio de Publicaciones, 1984; PALAO POVEDA, G. *La Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia (1940-1975): aspectos institucionales y exposición de sus investigaciones*, *Llull*, 1991, 14, 561-587.; VÁZQUEZ, M.; GALBÁN, C.; AGUADO, P.M. La producción científica de Zaragoza en el área de la Química a través del *Chemical Abstracts*, *Rev. Esp. Doc. Cient.*, 1988, 11, 299-314.
- (16) CANO PAVÓN, J. M. La Química en la Universidad de Sevilla. Estudio histórico, *Archivo Hispalense*, 1986, 212, 93-122; CANO PAVÓN, J. M. *La ciencia experimental y la Universidad de Sevilla*, Sevilla, Publicaciones Universidad, 1987; CANO PAVÓN, J. M. *La Ciencia en Sevilla*, Sevilla, Publicaciones Universidad, 1993.

paralela al efectuado sobre Sevilla. La investigación química en Granada en los últimos cincuenta años ha sido especialmente importante, dentro de los modestos parámetros en que se ha desarrollado la investigación española en su conjunto, ya que a las facultades universitarias (de Farmacia y Ciencias) hay que añadir la labor realizada en los centros del CSIC (en especial, en el Centro de Edafología del Zaidín). Por contra, hay pocos estudios que se ocupen de ella. Puede reseñarse la conocida obra de López Neyra y Clavera sobre la Facultad de Farmacia (17), con el inconveniente de que concluye en 1950; su interés es más propiamente académico, aunque en ella se exponen bastantes datos sobre la modesta actividad investigadora desarrollada en el periodo considerado. Recientemente se ha efectuado un estudio bibliométrico sobre los datos aportados por dicha obra (18). También aparecen algunos datos fragmentarios sobre estas cuestiones en la obra de J.A. Ramallo dedicada a los profesores de la Universidad granadina (19). Otros datos de interés, referidos principalmente a los años sesenta y parte de los setenta, aparecen en el libro editado en homenaje al catedrático Fermín Capitán (20).

En el presente trabajo se ha tratado de hacer un estudio —bibliográfico y descriptivo— de la investigación química en Granada entre 1900 y 1975, incluyendo en el mismo algunas materias afines. Se han considerado los distintos momentos históricos y se ha tratado de sistematizar, en la medida de lo posible, las líneas investigadoras más importantes.

## 2. DATOS CUANTITATIVOS

Para el estudio de la investigación en Química en Granada a lo largo del periodo considerado es interesante disponer, tras un estudio bibliográ-

- 
- (17) RODRÍGUEZ LÓPEZ-NEYRA DE GORGOT, C.; CLAVERA ARMENTEROS, J. M. *Primer siglo de la Facultad de Farmacia de Granada*, Granada, 1951.
  - (18) FERNÁNDEZ CARRIÓN, M. Actividad científica de la Facultad de Farmacia de Granada en la primera mitad del siglo xx, *XIX International Congress of History of Science. Book of Abstracts*, Comunicación S1-2, 1993.
  - (19) RAMALLO ORTIZ, J. A. *Catálogo de profesores de la Universidad de Granada (1845-1935)*, Granada, Universidad, 1976.
  - (20) *Universidad de Granada. Facultad de Ciencias (1951-1976). Libro homenaje al Prof. Dr. D. Fermín Capitán*, Granada, Universidad, 1976.

fico, de datos cuantitativos concretos, en especial de los artículos científicos publicados en revistas. De todas formas, hay que tomar siempre estos datos con cierta reserva, porque no miden necesariamente todo el esfuerzo investigador realizado, que se materializa también en tesis, tesinas y comunicaciones a congresos, o bien en resultados no publicados, aunque esto —relativamente frecuente a nivel industrial— no es habitual en centros de investigación públicos. Sin embargo, aunque a principios de siglo no estaba muy extendida la publicación en revistas —escasas en España, aunque los *Anales de la RSEFQ*, que llegaría a ser durante bastantes años la revista química más importante del país, habían visto la luz en 1903—, y era por otra parte relativamente frecuente que los investigadores editaran en folletos o libros los resultados de sus trabajos, con la consecuencia de que la investigación realizada no tenía difusión ni ejercía ningún tipo de influencia, lo cierto es que pocos años más tarde la mayoría de la investigación química terminaría publicándose en revistas generales o especializadas.

Otra salvedad que hay que tener en cuenta es que una cosa es el número de publicaciones y otra la calidad, el nivel científico. En los últimos años se están utilizando para evaluar aproximadamente el nivel científico los índices de impactos de las revistas en que aparecen los artículos, o bien los datos del *Science Citation Index*, pero esto no puede aplicarse a trabajos aparecidos hace muchos años. En realidad, hasta hace un cuarto de siglo, la investigación española en Química tendía a escribirse en español y a publicarse en revistas nacionales, pero con posterioridad, y por causas complejas, se tendió a escribir en inglés y a publicar en revistas extranjeras (de Estados Unidos y Europa Occidental, principalmente), en detrimento de las revistas españolas, que vieron descender —salvo excepciones— su nivel científico de forma importante.

Para la evaluación cuantitativa de la actividad científica desarrollada en Granada en el campo de la Química se ha utilizado en el presente trabajo el *Chemical Abstracts*, a partir del cual se han seleccionado todos los resúmenes de artículos científicos realizados en Granada. En el periodo 1969-1980 se ha efectuado una búsqueda informática, pero entre 1907 (año de aparición de *Chemical Abstracts*) y 1968 la búsqueda ha sido manual —a partir del índice de autores— a causa de la inexistencia de bases de datos que abarquen este dilatado periodo. El amplio campo de *Chemical Abstracts* hace que se incluyan en este estudio cuantitativo no sólo los trabajos de carácter

básicamente químico y bioquímico, sino también aquellas materias relacionadas (Fisiología, Cristalografía, Termodinámica, etc).

Los resultados obtenidos se muestran en la Gráfica 1, en donde se observa la modesta investigación de los años treinta, así como la desaparición de las publicaciones con motivo de la guerra civil. Luego se produce una reactivación en la segunda mitad de los años cuarenta con un apreciable crecimiento que se estabiliza más tarde; el número de artículos publicados se mantiene prácticamente constante desde mediados de los cincuenta hasta finales de los sesenta. A partir de 1970 hay un fuerte ascenso en el número de artículos publicados, que se mantiene hasta 1990. Este perfil es similar al descrito para el conjunto de España.

En el caso de Granada, la bibliografía química generada en la ciudad procede tanto de la propia Universidad (sobre todo de las Facultades de Ciencias y Farmacia) como de los centros del CSIC (especialmente de la Estación Experimental del Zaidín, seguido a bastante distancia del Instituto de Parasitología, que cultiva preferentemente los temas biológicos y patológicos). En ocasiones aparecen esporádicamente artículos de otros centros, como el Instituto Provincial de Higiene. Para estudiar cómo han evolucionado las publicaciones procedentes de la Universidad y de los centros no universitarios, se ha efectuado un estudio entre los años 1955 y 1975, cuyos resultados se muestran en la Gráfica 2. En ellos se comprueba que hasta mediados de los años sesenta la aportación de los centros no universitarios era superior, debido a la alta productividad de la Estación del Zaidín y a la poca actividad de los escasos grupos investigadores universitarios. A partir de ese momento la situación se invierte, y la aportación de la Universidad es ya muy superior en los años setenta.

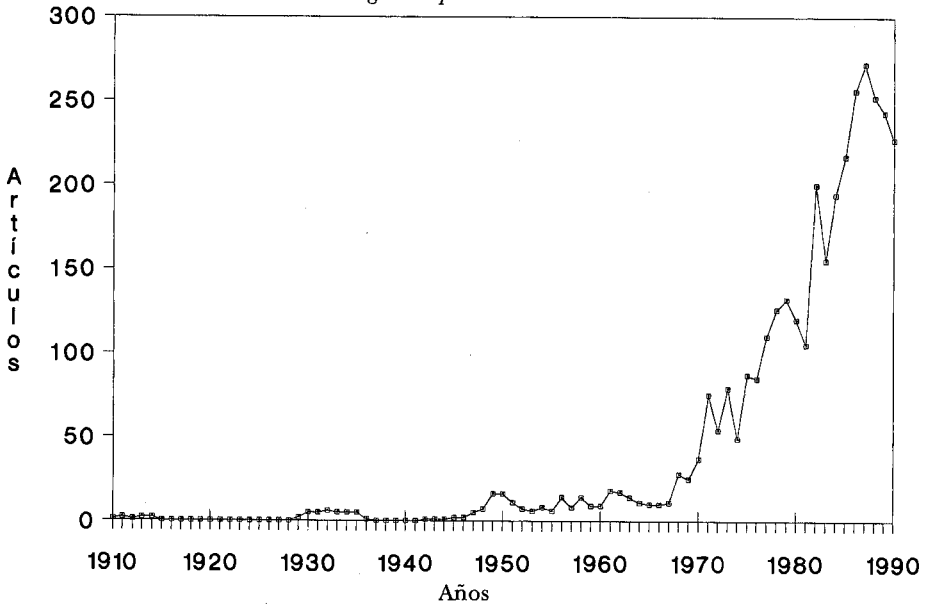
Estos datos serán comentados con más detenimiento en la descripción que se hace a continuación de los distintos periodos en que, convencionalmente, se ha dividido el largo espacio de tiempo que se considera en este trabajo.

### 3. PERIODO 1900-1936

Al comenzar el siglo actual el cultivo de la Química —principalmente docente y divulgativo— se realizaba en Granada en el seno de la Univer-

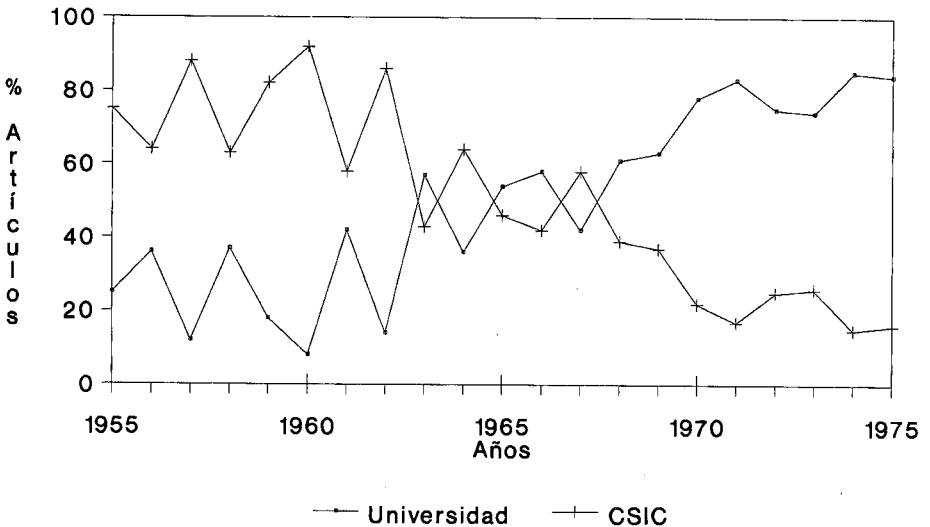
GRÁFICA 1

*Investigación química en Granada*



GRÁFICA 2

*Evolución de la contribución (en %) de la Universidad y de los centros del CSIC*





sidad, en concreto en las Facultades de Farmacia y de Ciencias. Sin embargo, la situación, como ocurría en la mayor parte de las universidades regionales, no era buena. La Facultad de Ciencias era todavía —desde 1857— un centro incompleto porque en ella solo se impartían los cursos preparatorios para acceso a otras facultades, al igual que ocurría, por ejemplo, en Sevilla, donde la Facultad de Ciencias llegó a estar suprimida incluso entre 1892 y 1895 (21); esto limitaba la posible actividad investigadora, ya que el alumnado de la Facultad era esencialmente de paso, y la plantilla de profesores era muy reducida.

La Facultad de Farmacia, por otra parte, tampoco tenía una situación muy boyante. No obstante, poco antes del cambio de siglo había conseguido ampliar sus laboratorios, gracias a la segregación de una parte del edificio de la Diputación, instalándose entre otros los de Química Orgánica, Química Inorgánica y Análisis Químico (22); por otra parte, las inquietudes de varios de sus profesores habían llevado a ella algunas novedades científicas, como es el caso de los rayos X, traídos a Granada por el catedrático Bernabé Dorronsoro (23). Los presupuestos universitarios de comienzos de siglo eran muy escasos; las facultades experimentales de provincias solían disponer de menos de 5.000 pesetas anuales para material científico —por lo general oscilaban entre 1.000 y 3.000 pesetas (24), por lo que las prácticas eran escasas, mas bien se tendía a las demostraciones de cátedra, con poca participación del alumnado. Es obvio que la investigación en Química era por ello casi inexistente, tal como ocurrió también a lo largo del siglo XIX, donde en cambio hubo un especial desarrollo de los trabajos naturalistas de campo, al necesitar estos pocos medios para su realización. A estos inconvenientes se unía otro de índole administrativa: la obligatoriedad de que los estudios de doctorado (y la presentación de las tesis) se hicieran en la Universidad de Madrid.

La situación iría mejorando lentamente, aunque sin abandonar las pautas universitarias decimonónicas. Poco a poco fueron ampliándose los

---

(21) Real Decreto de 26 de Junio de 1892 (*Gaceta de Madrid* de 29 de Junio de 1892).

(22) RODRÍGUEZ LÓPEZ-NEYRA; CLAVERA, nota 17, pp. 83-90.

(23) MEDINA DOMÉNECH, R. M.; OLAGÜE DE ROS, G.; ORTIZ DE ZÁRATE Y MELIBEO, J. C. Ciencia y Técnica en la Granada de principios de siglo: el impacto del descubrimiento de los rayos X (1897-1907), *Llull*, 1994, 17, 103-116.

(24) CANO PAVÓN (1987), nota 16, p. 70.

estudios en las facultades científicas, estableciéndose en muchas de ellas las secciones de Química, que parecían ser las de mayor utilidad práctica. Esto ocurrió en Sevilla en 1910 (25), y en Granada en 1913 (26). En esta última se crearon varias cátedras, entre ellas Química Inorgánica, Química Orgánica y Análisis Químico; las dos primeras se cubrieron con prontitud, mientras que la tercera sería ocupada después de la guerra civil. En los años treinta se creó la cátedra de Química Teórica (Química Física), ocupada en 1934 por Adolfo Rancaño.

Un acontecimiento que supuso un revulsivo en la modesta actividad científica de la ciudad fue la celebración en ella, en el mes de junio de 1911, del Tercer Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (AEPPC), organización privada, pero con fuerte apoyo oficial, fundada en 1908 bajo el auspicio de Segismundo Moret, que aún sin una ideología definida, tenía un cierto carácter regeneracionista y nacionalista, al considerar la actividad científica como de utilidad para el país en el terreno social, industrial y militar (27). Para la celebración del congreso granadino se constituyó un comité organizador con amplia presencia de profesores universitarios. En el congreso presentaron comunicaciones —dentro de las diversas secciones en que se dividió: Matemáticas, Astronomía, Física y Química, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Ciencias Humanísticas, Medicina y Ciencias Aplicadas— diversos profesores de la Universidad de Granada: Obdulio Fernández, Eduardo Estevez, Bernabé Dorronsoro, etc., así como el jesuita Manuel Navarro Newmann, director de la Estación Sismológica de la Cartuja (28). Al igual que ocurriría seis años después en el 6º Congreso de la AEPPC que se celebró en Sevilla en 1917 (29), el de Granada mostró las deficiencias de la investigación española, que en aquel

(25) *Gaceta de Madrid* de 8 de septiembre de 1910.

(26) *Gaceta de Madrid* de 13 de enero de 1913.

(27) Sobre la AEPPC los datos más completos se exponen en AUSEJO, E. *Por la Ciencia y por la Patria: La institucionalización científica en el primer tercio del siglo XX. La Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Madrid, Siglo XXI de España Editores, 1993.

(28) Las comunicaciones científicas del Congreso de Granada se encuentran reunidas en nueve volúmenes con el título de *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Granada*, Madrid, Eduardo Arias, 1912.

(29) CANO PAVÓN, J. M. El Congreso de Sevilla de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, *Archivo Hispalense*, 1993, 233, 45-56.

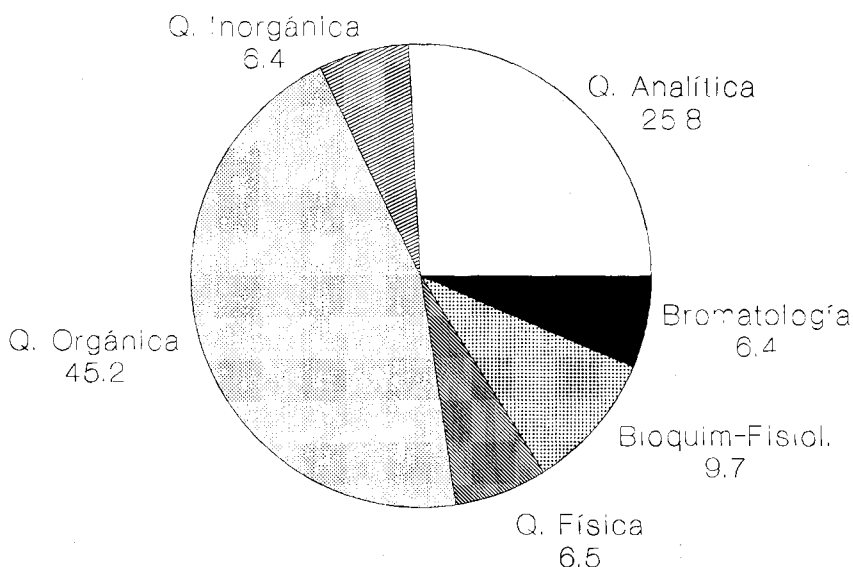
momento tenía un carácter personalista, sin apenas existencia de grupos de investigación, y con pocas líneas de trabajo claras y definidas.

En la segunda mitad de los años veinte la situación había mejorado, especialmente en Madrid, pero también, aunque de forma modesta, en las universidades regionales. Hubo un importante incremento de los presupuestos universitarios; en 1925, por ejemplo, la cantidad disponible para docencia en una facultad experimental de tipo medio era algo superior a las 25.000 pesetas, lo que permitió que se pudieran mejorar las prácticas e iniciar alguna modesta investigación experimental. Comenzarían a formarse pequeños grupos investigadores que en las universidades regionales solían aglutinarse alrededor de algún catedrático joven y con inquietudes; por ejemplo, en Granada alrededor de José M<sup>a</sup> Clavera Armenteros.

El estudio cuantitativo de la producción científica de este periodo, a partir de los datos del *Chemical Abstracts*, se muestra en la Gráfica 3, donde se comprueba el gran predominio de los trabajos en Química Orgánica (45,2 %), seguidos de los correspondientes a Química Analítica (25,8 %). Los porcentajes correspondientes a Química Inorgánica y Química Física son pequeños.

GRÁFICA 3

*Distribución de la investigación química desde 1900 a 1936*



Pasemos ahora a exponer —aunque sin pretender ser exhaustivos— las actividades científicas más importantes, dentro del campo de la Química, realizadas en el periodo considerado, para lo cual se van a estudiar independientemente las diferentes áreas de esta ciencia, siguiendo dentro de ellas un orden cronológico.

### 3.1. *Química Orgánica*

La Química Orgánica fue quizás el area donde primero comenzó a realizarse una investigación con cierta continuidad. Fue debido a que ocupó en 1909 dicha cátedra en la Facultad de Farmacia el burgalés, formado en Madrid, Obdulio Fernández Rodríguez, que sustituyó a Antonio Ocaña Álvarez, cuyo modesto *curriculum* recoge sólo la conferencia de apertura del curso 1904-1905, donde disertó sobre la evolución histórica de la teoría atómica (30). Obdulio Fernández fue una figura importante de la Química española de la primera mitad del siglo (31). Trabajó tanto dentro de la Química Orgánica como de la Bioquímica (especialmente en enzimas). Permaneció en Granada hasta 1914, colaborando en ocasiones con Bernabé Dorronsoro, catedrático de su misma Facultad. Sus trabajos en esta época se refirieron a las esencias de trementinas originarias de pinos andaluces, donde afirmó haber localizado un pineno distinto del que existía en otras trementinas (32), aunque los resultados poco concluyentes (consecuencia de las deficiencias de los métodos de análisis disponibles en la época) dieron origen a una controversia con Antonio Madinaveitia, que opinaba que el compuesto localizado no era diferente al que aparecía en las otras trementinas (33).

- 
- (30) OCAÑA ÁLVAREZ, A. *La teoría atómica de los antiguos filósofos y los químicos modernos (Discurso apertura curso 1904-1905)*, Granada, Indalecio Ventura López, 1904.
- (31) Los datos biográficos y profesionales de Obdulio Fernández se hallan recogidos en *Libro homenaje al Profesor D. Obdulio Fernández y Rodríguez*, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1969.
- (32) FERNÁNDEZ, O. Contribución al estudio de las esencias de trementinas españolas, *Rev. Real Acad. Cienc.*, 1908, 8, 63-69; FERNÁNDEZ, O.; DORRONSORO, B. Acerca de la reacción del ácido nopínico (reacción característica del ácido oxálico), *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1913, 11, 441-445.
- (33) MADINAVEITIA, A. Oxidación del nopineno del aceite español de trementina, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1914, 12, 259-264. DORRONSORO, O.; FERNÁNDEZ, O. Existencia del nopineno en aceites españoles de trementina, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1914, 12, 424-426.

A Obdulio Fernández le sucedió en la cátedra fugazmente Antonio Madinaveitia, siendo ocupada a continuación por Juan Nacle Herrera (nacido en 1865), profesor auxiliar durante varios años de la Facultad, pero dedicado principalmente a la actividad profesional como químico de la fábrica de pólvora del Fargue, siendo asimismo director del Laboratorio Municipal. Había trabajado en temas relacionados con el análisis de pólvoras (obviamente) y publicado dos folletos; uno sobre las aplicaciones farmacológicas de las peptonas y otro dedicado a revisar los métodos existentes para el análisis químico de la orina (34). No existen datos en el *Chemical Abstracts* sobre trabajos publicados por este profesor durante los dieciocho años que permaneció como catedrático en Granada.

El primer catedrático de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias fue Gonzalo Gallas Novas (nacido en Pontevedra en 1886). Llegó a Granada en 1914. Durante varios años su labor fue casi exclusivamente docente. Se encargó de la conferencia de apertura del curso 1918-1919, en la que habló sobre diferentes temas de Química relacionados con su especialidad (35). Más tarde comenzó una fructífera labor investigadora con el profesor auxiliar Antonio Alonso Gómez, trabajando en las condensaciones de compuestos halonitrogenados; tras una primera publicación de Alonso de un libro correspondiente a su tesis doctoral (36), en 1930 publicaron un extenso artículo en *Anales* (37), donde dieron cuenta de sus investigaciones. Básicamente estudiaron las reacciones de condensación del clorodinitrobenzoceno con diversos compuestos: o, m y p toluidina, o anisidina, etc. Al mismo tiempo trabajaron en otros temas: síntesis de carbonilos metálicos mediante la reducción con hidrógeno de los correspondientes oxalatos y obtención de derivados bromados de polifenoles (38).

- 
- (34) NACLE HERRERA, J. *Las peptonas consideradas desde el punto de vista médico-farmacéutico*, Madrid, Tip. Hospicio, 1892; NACLE HERRERA, J. *Exposición y juicio crítico de los métodos de análisis empleados para reconocer los principios contenidos en las orinas normales y patológicas*, Granada, Paulino V. Sabatel, 1894.
- (35) GALLAS, G. *Divagaciones sobre actualidades químicas en el terreno teórico y técnico-industrial (Discurso apertura curso 1918-1919)*, Granada, Tip. Guevara, 1918.
- (36) ALONSO GÓMEZ, A. *Condensaciones cíclicas con derivados halo-nitrogenados*, Granada, 1925.
- (37) GALLAS, G.; ALONSO, A. Condensaciones de compuestos halo-nitrogenados, *Anales Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1930, 28, 645-690.
- (38) GALLAS, G.; ALONSO, A. Síntesis de carbonilos metálicos (nota preliminar), *Anales*

Poco a poco, el número de sus colaboradores se fue ampliando. Con G. Bermúdez investigó sobre la condensación de  $\beta$  naftilamina con algunos derivados del ácido oxálico (39), mientras que con Victoriano Martín Vivaldi y P. Moreno se ocupó de la oxidación de nitrobencilaminas (40). Con Francisco García González —años más tarde catedrático en Sevilla, donde crearía un excelente grupo investigador dedicado a la síntesis de carbohidratos, que alcanzaría proyección internacional— investigó los productos de condensación de la propanona (41). Independientemente, Martín Vivaldi trabajó en la medida de constantes físicas de diferentes carburos (42).

Relacionado con la Química Orgánica están algunos trabajos realizados por el catedrático de Materia Farmacéutica Vegetal en la Facultad de Farmacia, Ricardo Serrano López Hermoso. Además de un libro de texto de su asignatura que conocería dos ediciones, publicó un folleto sobre el pelitre, así como un estudio sobre la flora medicinal granadina (44).

### 3.2. Química Inorgánica

Este área tuvo menos fortuna en este periodo, lo cual aparte de motivos coyunturales, tenía su lógica por las menores posibilidades que en esa época ofrecía el estudio de los compuestos inorgánicos, más conocidos

---

*Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1929, 27, 663-667. GALLAS, G.; ALONSO, A. Derivados bromados de algunos polifenoles, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1930, 28, 967-1002.

- (39) GALLAS, G.; BERMÚDEZ, G. Condensación de  $\beta$ -naftilamina con derivados del ácido oxálico, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1931, 29, 464-469.
- (40) GALLAS, G.; MARTÍN VIVALDI, V.; MORENO, P. Oxidación de nitrobencilaminas, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1931, 29, 458-463.
- (41) GALLAS, G.; GARCÍA GONZÁLEZ, F. Productos de condensación de la propanona. Óxido de mesitilo y sus derivados, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1932, 30, 645-654.
- (42) MARTÍN VIVALDI, V. Constantes físicas de algunos hidrocarburos cíclicos, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1933, 31, 645-648.
- (43) SERRANO LÓPEZ-HERMOSO, R. *Compendio de materia farmacéutica vegetal*, Granada, Gaceta del Sur, 1924. Esta obra se ampliaría posteriormente, apareciendo en 1936 con el título de *Tratado elemental de materia farmacéutica vegetal*, figurando VERA GUGLIERI, F. como coautor, editándose en Granada, Paulino V. Traveset.
- (44) SERRANO LÓPEZ-HERMOSO, R. *El pelitre insecticida*, Granada, 1933; SERRANO LÓPEZ-HERMOSO, R. *Cursillo de farmacoergasia (cultivo de plantas medicinales)*, desarrollado en la Facultad de Granada, Granada, Lab. Fermat, 1938.

y menos numerosos, aunque en los años veinte se inició el estudio de los complejos o compuestos de coordinación. Manuel Rodríguez Ávila, catedrático en la Facultad de Farmacia de 1893 a 1921, solo se ocupó esporádicamente del análisis de aguas medicinales. En la misma época, Eduardo Esteve Fernández Caballero, que ocupaba la cátedra de Farmacia Galénica, realizó algunos trabajos referidos a determinadas reacciones de haluros mercurícos (45), aunque su actividad principal estuvo básicamente orientada a preparaciones farmacéuticas, sobre las cuales publicó un extenso libro (46); también se ocupó de los llamados vinos medicinales (47), entonces ampliamente utilizados como reconstituyentes y estimulantes del apetito.

A partir de 1928 ocupó la cátedra de Inorgánica el profesor José Dorronsoro Velilla, formado en Granada. Su línea de investigación principal fue la espectroscopía atómica de emisión, más propiamente encuadrable dentro de la Química Analítica o la Química Física. Realizó su tesis (1926) sobre el análisis espectrográfico de los minerales del manganeso, y más tarde estudió los espectros de otros elementos, como el renio; en estos trabajos colaboró con Piña de Rubies, investigador del Laboratorio de Investigaciones Físicas de Madrid (48). De forma complementaria, Dorronsoro se ocupó de otros temas: oxidación de compuestos piridínicos por el peroxidisulfato, análisis de hierro meteórico, etc. (49)

- 
- (45) ESTEVE, E. Acción del ácido cianhídrico sobre las sales haloideas mercuriosas, *Actas 3er Congreso de la AEPPC (Granada, 1911)*, 1912, vol. 4, pp. 95-107 y Sobre la volatilización del cloruro y del bromuro mercurícos en solución acuosa, pp. 109-113. Ambos se reseñan en *Chem. Ztg.*, 35, 1152-1153.
- (46) ESTEVE, E. *Tratado de Farmacia práctica (Farmacia galénica)*, Madrid, Gráficas Reunidas, 1922.
- (47) ESTEVE, E.; TOMÁS ROYO, J. *Los extractos fluidos y los vinos medicinales de la Farmacopea española. Estudio de su preparación y valoración*, Toledo, Tip. A. Medina, 1933.
- (48) DORRONSORO, J.; PIÑA DE RUBIES, S. Nuevas rayas de manganeso en el espectro de arco a presión normal entre 2300 y 2000 A.U., *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1927, 25, 374-377; PIÑA DE RUBIES, S.; DORRONSORO, J. Estudio espectroscópico de minerales españoles de manganeso, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1929, 27, 778-786; PIÑA DE RUBIES, S.; DORRONSORO, J. Espectro de arco del renio a presión normal entre 2500 y 2320 A.U., *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1933, 31, 412-415.
- (49) DORRONSORO, J. Oxidación de nucleos piridínicos por medio del persulfato sódico, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1927, 25, 409-410; DORRONSORO, J.; MORENO MARTÍN, F. Un meteorito de la provincia de Granada, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1934, 32, 1.111-1.115.

En 1934 ocupó la cátedra de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias el aragonés Teófilo Gaspar y Arnal, que permaneció sólo unos pocos años, hasta comienzos de los años cuarenta. Su labor científica en Granada fue prácticamente nula, debido con toda probabilidad a los azarosos años que le tocó vivir en la ciudad, ya que su actividad anterior había sido muy intensa, tanto en el campo de la Química Analítica —donde trabajó con diversos reactivos para análisis de iones metálicos, así como en análisis de aniones (50)— y Química aplicada, ocupándose del tratamiento industrial de las melazas (51).

Por último, de Jesús Yoldi Bereau, catedrático de Química General —desde 1924 a 1936, año en que murió fusilado por su pertenencia a Izquierda Republicana (52)—, pero vinculado especialmente a la Química Inorgánica, ya que se había formado junto a su hermano Francisco, catedrático de esta materia en la Universidad de Sevilla, apenas existen datos sobre su posible labor investigadora. No existen referencias en el *Chemical Abstracts* durante su periodo granadino. En 1929 pronunció una conferencia de apertura de curso, en la que hizo una revisión del concepto de elemento químico y del descubrimiento de los elementos más importantes (53).

### 3.3. *Química Analítica.*

En la Facultad de Farmacia ocupó durante muchos años (de 1889 a 1925) la cátedra de «Aparatos e instrumentos de Física de aplicación en Farmacia y de Analisis Químico general y especial de alimentos, medicamentos y venenos», el madrileño Bernabé Dorronsoro Ucelayeta. Su actividad fue bastante variada. Como se ha referido, introdujo en Granada los

(50) Estos trabajos de GASPAR, T. se hallan publicados en *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 30, 406 (1932); 30, 398-405 (1932); 30, 406 (1932) y 32, 868-871 (1934), así como en *Ann. Chim. Anal. Appl.*, 14, 342-351 (1932); 15, 193-194 (1933) y 19, 89-91 (1935).

(51) GASPAR, T. *Tratamiento de las melazas para obtener alimentos, piensos y abonos*, Madrid, Sáez Hermanos, 1934.

(52) GIBSON, I. *El asesinato de Federico García Lorca*, Barcelona, Bruguera, 1981, p. 125.

(53) YOLDI, J. *El elemento químico: su evolución y concepto actual*, Granada, López Guevara, 1929, 61 pp.



rayos X. Publicó un libro de texto sobre análisis químico y se ocupó también de las aplicaciones de la electricidad (54). En el terreno de la Química trabajó durante algún tiempo sobre las esencias naturales, especialmente en la de mejorana, en la que detectó la presencia mayoritaria de pineno y eucaliptol (55). Como se indicó anteriormente, colaboró con Obdulio Fernández en el estudio de trementinas. En el congreso de la AEPPC de 1911 presentaron ambos una comunicación referente al estudio analítico de la planta *Equisetum Tenalteja Ehrh.*, conocida como «cola de caballo», en la que localizaron algunos alcaloides, pentosas y taninos, aunque no pudieron caracterizarlos de forma precisa a causa de su limitación de medios (56).

De extensa puede calificarse la actividad científica desarrollada en los años anteriores a la guerra civil por José María Clavera Armenteros, sucesor de Dorronsoro en la cátedra. Clavera, natural de la provincia de Zaragoza (1898), había cursado la licenciatura en Química en Barcelona y la de Farmacia en Madrid, obteniendo en esta última universidad los correspondientes doctorados. Trabajó una temporada (1921) en la Facultad de Farmacia de París. Ocupó la cátedra de Granada en 1927, simultaneando esta actividad con el trabajo en el Instituto Provincial de Higiene (57). Los temas en que trabajó Clavera en este época, solo o con diferentes colaboradores, fueron muy variados, sin seguir una línea determinada; más bien da la impresión de que tendía a resolver problemas concretos. Así, trabajó en: análisis de leche de cabra (58), estudio de la química y farmacología de las sales de talio usadas en dermatología (59), métodos de análisis de lactosa (60), medida de la capacidad respiratoria por medio de la determi-

- 
- (54) DORRONSORO, B. *Tratado de Análisis Químico general*, Madrid, Sucs. de Hernando, 2 vols, 1905-1906; DORRONSORO, B. *Algunos de los últimos progresos de la electricidad (discurso apertura curso 1899-1900)*, Granada, Indalecio Ventura, 1899.
- (55) DORRONSORO, B. Spanish essential oils, *Perf. Essent. Oil Record*, 1910, 2, 40.
- (56) DORRONSORO, B.; FERNÁNDEZ, O. Estudio analítico del equiseto, *Actas 3er Congreso AEPPC (Granada, 1911)*, 1912, vol.4, pp. 61-89.
- (57) RODRÍGUEZ LÓPEZ-NEYRA, nota 17, pp. 235-236.
- (58) CLAVERA, J. M.; GUEVARA POZO, D. Índice de cloro en leche de cabra. Método de análisis rápido, *Anales Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1929, Secc. Tecn. 2, 14-22.
- (59) CLAVERA, J. M.; GUARDIOLA, J. L. Química y farmacología de la sal de talio utilizada en dermatología, *Anales Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1930, 28, 728-741.
- (60) CLAVERA, J. M.; MORENO MARTÍN, F. Extensión de los métodos analíticos

nación de hierro en sangre (61), empleo de indicadores fluorescentes para medir la acidez de vinos tintos —en los que no pueden utilizarse los indicadores coloreados— (62), análisis de azúcares en el extracto seco de vinos de Málaga (63), neutralización del humo de cigarrillos absorbido en agua (64), aplicación a los aceites del método de Ruzicka para determinación del índice ácido-iodométrico en grasas (65), diseño de un nuevo picnómetro (66), análisis de diversos compuestos en leche (67), y estudio de la influencia del alcohol metílico en la determinación de alcoholes superiores en remolachas (68). Su principal colaborador en los últimos años fue el profesor auxiliar Francisco Moreno Martín, que después de la guerra alcanzaría la cátedra de Análisis Químico de la Facultad de Farmacia de Barcelona.

#### 4. LA GUERRA CIVIL Y LA POSTGUERRA (1937-1955)

La guerra civil supuso un fuerte retroceso en la investigación española, fácilmente comprobable por la disminución del número de artículos publi-

---

micrométricos a la determinación de lactosa, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1930, 28, 1066-1079.

- (61) CLAVERA, J. M. Determinación de la capacidad respiratoria por medio de la microdeterminación de hierro en sangre, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1931, 29, 392-398.
- (62) CLAVERA, J. M. Medida de la acidez de vinos coloreados mediante indicadores fluorescentes, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1931, 29, 494-496.
- (63) CLAVERA, J. M.; ORO LÓPEZ, M. Azúcares en el extracto seco de vinos de Málaga, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1932, 30, 140-144.
- (64) CLAVERA, J. M.; OCAÑA, A. Neutralización del humo de cigarrillos, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1933, 31, 449-453.
- (65) CLAVERA, J. M.; ORO LÓPEZ, M. Índice ácido-iodométrico de aceites, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1932, 30, 971-974.
- (66) CLAVERA, J. M.; MORENO MARTÍN, F. Un nuevo picnómetro de alta precisión, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1934, 32, 690-697.
- (67) CLAVERA, J. M.; MORENO MARTÍN, F. Extracto y microextracto de leche humana, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1935, 33, 588-596 y Microdeterminación de grasas en leche humana, 815-819.
- (68) CLAVERA, J. M.; MORENO MARTÍN, F. Influencia del alcohol metílico en la determinación de alcoholes superiores en bebidas, *Anales Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1936, 34, 507-512.

cados, así como del número de autores por artículo, que se aproximó al valor mínimo de 1, lo que indica que desaparecieron los grupos de investigación existentes y que esta tuvo un carácter unipersonal (69). Otro hecho importante, puesto pronto de manifiesto, fue la realización de una investigación de carácter autárquico, en la que se favorecieron los temas de carácter aplicado a problemas o cuestiones de interés regional o nacional, en detrimento de los de carácter general, predominantes antes de la guerra.

En la Andalucía nacionalista, y en el campo científico, la guerra civil supuso la transformación de los laboratorios universitarios en centros destinados a colaborar en el esfuerzo bélico, quedando englobados dentro de la maquinaria administrativa del Ejército del Sur. En Sevilla, en la Facultad de Ciencias, se realizaron diversos trabajos de investigación aplicada destinados al aprovechamiento de recursos de la región (70). En Granada, lo más significativo fue la transformación a comienzos de 1937 de la Facultad de Farmacia en el Laboratorio Químico Farmacéutico del Ejército del Sur. Esta transformación, así como las actividades del centro, que adquirió carácter militar, se hallan resumidos en un amplio artículo publicado a la terminación de la contienda (71), que aunque presenta una visión poco objetiva, suministra datos de gran interés.

El Laboratorio funcionó preferentemente como fábrica de productos químicos de uso habitual entonces en Farmacia o en ciertos campos de la Medicina (como sulfato bórico para empleo radiológico, o éter para utilización como anestésico); en dos años y medio se fabricaron casi 75 toneladas de productos, tanto inorgánicos como orgánicos, formando una amplia relación: ácido acetilsalicílico, clorhidratos de alcaloides del opio (en inyectables), subnitrito de bismuto, eucaliptol, lanolina, nitrito de amilo, extracto de hojas de digital, etc. Para esta actividad se utilizaron también los locales de los Laboratorios Fermat.

Otra actividad del Laboratorio fue la de desarrollar medidas defensivas

---

(69) CANO PAVÓN, nota 7, p. 489.

(70) Archivo de la Facultad de Ciencias de Sevilla (actualmente en la Facultad de Química), libro 2º de actas de juntas de Facultad, junta del 17 de mayo de 1938.

(71) La Facultad de Farmacia como laboratorio químico-farmacéutico del Ejército del Sur (1936-1939), *Boletín Univ. Granada*, 1940, 12, 453-515.

contra la guerra química, modalidad bélica que, afortunadamente, no llegó a utilizarse en la guerra civil. En esta labor colaboraron también profesores de la Facultad de Ciencias, como Adolfo Rancaño. Se prepararon pequeñas cantidades de los gases de guerra más conocidos (fosgeno, iperita, cloropicrina, etildicloroarsina, etc), y diversas cámaras de ensayos, en las que se probaron diferentes reactivos para la detección rápida de dichos productos. Se diseñó un estuche para la realización de ensayos en el frente, así como filtros de carbón activo, y se redactaron normas e instrucciones ante la posibilidad de un ataque químico.

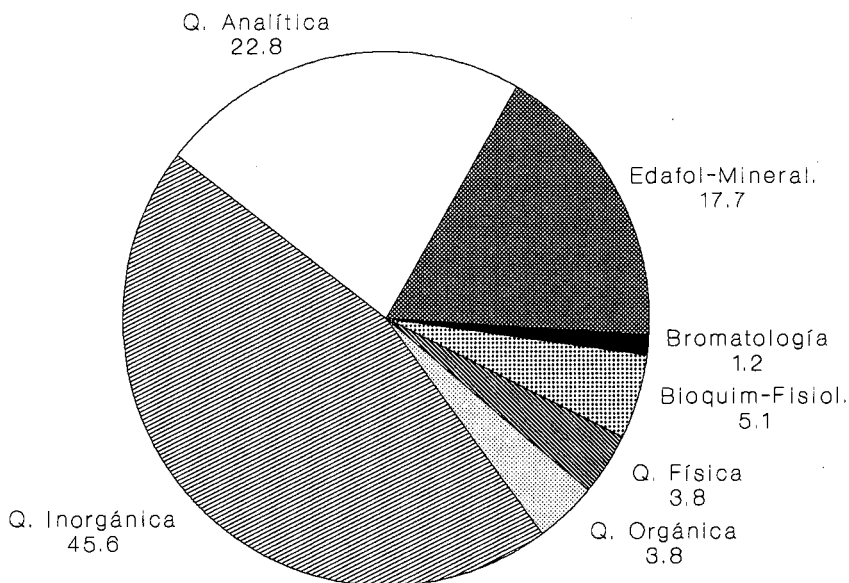
La investigación científica desarrollada al margen de la actividad reseñada anteriormente fue muy escasa; se realizaron algunos trabajos de alcance regional y se finalizaron otros iniciados antes de la guerra. Estos trabajos, por las circunstancias del momento, vieron la luz en el *Boletín de la Universidad de Granada*, al no existir en la España nacionalista revistas científicas adecuadas (la mayoría se editaban en Madrid), aunque otras investigaciones se presentaron como comunicaciones al XV Congreso de la AEPPC celebrado en Santander en 1938. Dentro de estos trabajos pueden citarse los referentes al análisis de aceites granadinos, evaluación de yacimientos de estroncio de la provincia de Granada, análisis de aguardientes, y determinación de colesterol en sangre (72).

Terminada la guerra, la actividad científica de la Universidad de Granada en el campo de la Química fue muy débil, en consonancia con lo que ocurriría a nivel nacional. Hasta 1943 no aparece una referencia en *Chemical Abstracts* correspondiente a un investigador granadino, y en los cinco años siguientes los trabajos registrados fueron muy escasos.

Hubo también un cambio en las características de la investigación (Gráfica 4). Apenas se realizaron trabajos en Química Orgánica, mientras

- 
- (72) CLAVERA, J. M.; GUARDIOLA MIRA, J.L. Estudio analítico de los aceites que se consumen en la provincia de Granada, *Boletín Univ. Granada*, 1938, 12, 453-515; CLAVERA, J. M.; MORENO MARTÍN, F. Yacimientos de estroncio en Granada, *Comunicación presentada al XV Congreso de la AEPPC (Santander)*, 1938; CLAVERA, J.; MORENO MARTÍN, F. Influencia del alcohol metílico en la dosificación de alcoholes superiores en los aguardientes, *Boletín Univ. Granada*, 1937, 9, 130-136; MORENO MARTÍN, F.; SUÁREZ PEREGRÍN, E. Microcolesterina en sangre, *Comunicación presentada al XV Congreso de la AEPPC (Santander)*, 1937.

GRÁFICA 4

*Distribución de la investigación química desde 1937 a 1955*

que la actividad en Química Inorgánica y Química Analítica fue más intensa. También se incrementaron las investigaciones en el campo de la Farmacia y de la Química Clínica. La explicación está en factores personales y administrativos. A mediados de los años cuarenta llegaron a Granada dos nuevos catedráticos: Enrique Gutiérrez Ríos, de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias, y Angel Hoyos de Castro, de Geología Aplicada en la Facultad de Farmacia, que trabajaron principalmente en silicatos y minerales arcillosos. Ambos profesores, activos y bien relacionados, fueron los iniciadores en Granada de la Sección del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal que se estableció en la ciudad a partir de 1946, y cuya evolución será mas adelante comentada.

Con anterioridad, en 1940, había ocupado la cátedra de Química Analítica el profesor Fernando Burriel Martí, que permaneció en Granada pocos años, iniciando durante su estancia algunos trabajos de investigación con la colaboración del profesor auxiliar Francisco Pino Pérez. A la marcha de Burriel a Madrid, Pino Pérez continuó trabajando en diversos temas, aunque sin seguir una línea muy definida.

En 1946 se fundó en Granada una revista científica llamada *Laboratorio*. Sus primeros directores fueron, conjuntamente, Justo Covaleda Ortega, catedrático de Higiene de la Facultad de Medicina de Barcelona, y Eduardo González Peregrín, jefe de la sección de análisis del Instituto Provincial de Sanidad de Granada. La redacción estaba situada en Gran Vía, 27. Apareció mensualmente durante unos cuarenta años. Por lo general, recogía trabajos originales, traducciones o resúmenes de artículos publicados en otras revistas y recensiones de libros. Los temas que tenían cabida en la revista eran: análisis clínicos, bacteriología, inmunología, parasitología, hematología, anatomía patológica y química clínica. Aunque en ella abundaron las colaboraciones de profesionales de Granada, no faltaron artículos de personas que trabajaban en otras ciudades.

El hecho más importante en este periodo, dentro del campo de la Química, fue, como se ha indicado, la creación de la Sección del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal. Este Instituto, con sede central en Madrid, era posiblemente el centro más importante del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El CSIC, creado en 1939 para llenar el hueco producido por la desaparición de la Junta de Ampliación de Estudios, desarrolló en sus primeros años una actividad científica de marcado carácter aplicado, apoyándose en las instalaciones y laboratorios universitarios, así como en parte del profesorado de los mismos. Dentro del CSIC, el Instituto de Edafología tuvo una especial relevancia, debido a la influencia de José M.<sup>a</sup> Albareda. Actualmente existen opiniones muy críticas respecto a la influencia excesiva de la investigación edafológica en el seno del CSIC, en detrimento de otras áreas que tenían más futuro (como la Química Orgánica). Los defensores de la actuación del Instituto de Edafología sostienen, por contra, que el conocimiento de los suelos y de la fertilidad de los mismos era especialmente importante en un país que, en aquel momento, era predominantemente agrícola. En el caso de Granada, la influencia de la Sección de Edafología fue abrumadora en el terreno de la investigación hasta los años setenta, favoreciendo la investigación en minerales arcillosos y silicatos, así como en fisiología vegetal, y dió origen indirectamente al desarrollo de una modesta instrumentación analítica.

El Centro granadino comenzó su andadura bajo la dirección de Gutiérrez Ríos y Hoyos de Castro, y paulatinamente fue ampliando su campo de

acción. En 1949 se crearon las secciones (departamentos) de Microbiología y Fisiología Vegetal, bajo la dirección respectiva de los catedráticos Vicente Callao Fabregat y Luís Recalde Martínez. En 1951 se creó la de Química Analítica, bajo la dirección de Fermín Capitán García, que en ese año había ocupado la cátedra de dicha disciplina en la Facultad de Ciencias.

El Centro granadino estuvo instalado durante los primeros años en los locales universitarios (Ciencias y Farmacia), por lo que la identificación Universidad-CSIC era en aquel momento prácticamente total, salvo a nivel presupuestario. La progresiva necesidad de espacio e independencia condujo a la construcción de un edificio propio, la Estación Experimental del Zaidín, inaugurada en 1955. Desde ese momento el centro fue haciéndose más independiente, aunque durante bastantes años varios catedráticos figuraron en los cuadros directivos del mismo.

La identificación del Centro durante estos años a nivel personal con las facultades de Farmacia y Ciencias hace imposible deslindar la actividad investigadora de uno y otro organismo, por lo que esta va a ser estudiada de forma conjunta, considerando las distintas áreas.

#### 4.1. *Química inorgánica*

La investigación realizada en este area fue obra, en gran medida, del grupo formado alrededor de Enrique Gutiérrez Ríos (nacido en Madrid en 1915), que trabajó básicamente en silicatos desde su estancia en el *Max Planck fur Silikatforschung* (73). Sus colaboradores principales en Granada fueron inicialmente Francisco González García y José Luís Martín Vivaldi, a los que más tarde se irían agregando otros: Juan de Dios López González, Salvador González García, etc. Los minerales arcillosos estudiados por el grupo fueron las montmorillonitas (smectitas) y las bentonitas, predominando en este estudio los aspectos químico estructurales y de reactividad sobre los propiamente aplicados.

Enrique Gutiérrez Ríos y José Luís Martín Vivaldi estudiaron ampliamente el fenómeno de hidratación de las bentonitas, que son minerales

---

(73) LORA TAMAYO, nota 2, p. 173.

arcillosos de estructura laminar de amplias posibilidades prácticas, y que actúan en determinadas circunstancias como cambiadores iónicos. Se establecieron primeramente unas ecuaciones empíricas para la hidratación de bentonitas alcalinas y alcalino térreas, y posteriormente se estudió la influencia de los iones retenidos por cambio iónico sobre la hidratación, poniéndose de manifiesto una apreciable diferencia entre unos y otros iones (74).

Un tema parecido fue abordado al mismo tiempo por González García, estudiando inicialmente la determinación del agua reticular en montmorillonitas (que son silicatos presentes en determinados minerales arcillosos, como las bentonitas) sometidas a un adecuado tratamiento térmico (75). Aunque se admitía que el proceso de hidratación y deshidratación de las montmorillonitas era reversible, González García demostró que las montmorillonitas saturadas con iones litio y magnesio experimentaban una deshidratación irreversible al ser calentadas entre 200 y 400°C, lo que atribuyó a la formación de fuertes uniones interlaminares en el silicato (76). Este hallazgo fue estudiado posteriormente con más detenimiento en muestras de montmorillonitas de Tidinit (Marruecos) y Almería, comprobándose —mediante difracción de rayos X y análisis térmico diferencial— que el fenómeno se producía en presencia de iones de otros elementos, como cinc y cerio (77). Por otra parte, el grado de hidratación de las montmorillonitas influía apreciablemente sobre su capacidad de intercambio iónico, y en general sobre su reactividad (78).

Dentro del tema de los silicatos laminares, otra línea de trabajo, comenzada por Gutiérrez Ríos y González García, consistió en el estudio de

(74) GUTIERREZ RÍOS, E.; MARTÍN VIVALDI, J. L., Silicatos de estructura laminar. I. Hidratación. II. Inhi



la serie isomórfica montmorillonita beidellita. Ambos descubrieron que la montmorillonita de Tidenit contenía 3,02 átomos de silicio y 0,98 átomos de aluminio por fórmula unidad, por lo que de esta manera venía a coincidir con el término final de dicha serie, que es la llamada beidellita (79). Con posterioridad, Gutiérrez Ríos y López González estudiaron la acción de los ácidos fuertes sobre los silicatos de esta serie isomórfica: variación de la composición química y alteración de las propiedades intercambiadoras de iones y, de forma complementaria, ensayando su utilización en la decoloración de aceites lubricantes (80).

También Hoyos de Castro y algunos de sus colaboradores trabajaron en temas referentes al tratamiento físico y químico de diferentes silicatos y minerales arcillosos. Con Julio Rodríguez estudió los cambios superficiales de determinadas bentonitas a causa del tratamiento térmico a temperaturas superiores a 300 °C (81); un estudio paralelo se realizó con caolines ácidos (82). Otro trabajo, realizado con Mercedes García Muñoz, consistió en el tratamiento de determinados parámetros evaluadores de la plasticidad en función de la presencia de iones alcalinos y alcalino terrosos (83). Por último, con Juan de Dios López González estudió la adsorción de un colorante —rojo Sudán— por las bentonitas activadas mediante tratamiento ácido (84); este trabajo abriría una línea prometedora que se ampliaría en años posteriores.

- 
- (79) GUTIÉRREZ RÍOS, F.; GONZÁLEZ GARCÍA., F. La serie isomórfica montmorillonita-beidellita, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1948, 7, 605-621.
- (80) GUTIÉRREZ RÍOS, E.; LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D. Acción de los ácidos fuertes sobre los silicatos de la serie isomórfica montmorillonita-beidellita, (I) *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1952, 11, 225-254, (II) 527-538, (III) 539-551.
- (81) HOYOS DE CASTRO, A.; RODRÍGUEZ, J. Cambios superficiales de una bentonita ácida a causa del tratamiento térmico, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1951, 47B, 504-514.
- (82) HOYOS DE CASTRO, A.; RODRÍGUEZ, J. Variación en la capacidad de cambio y en la inhibición de un caolín ácido por tratamiento térmico, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1953, 12, 495-506.
- (83) HOYOS DE CASTRO, A.; GARCÍA MUÑOZ, M. Variaciones de las constantes de Attemberg en materiales arcillosos de estructura laminar en función del catión de saturación, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1954, 13, 1-8.
- (84) HOYOS DE CASTRO, A.; LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D. Adsorción de rojo Sudán por bentonitas activadas, *Anales R. Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1950, 9, 623-637.

#### 4.4. Mineralogía. Edafología

En Mineralogía, las investigaciones realizadas bajo la dirección de Gutiérrez Ríos se refirieron a la génesis natural de estos silicatos y a la constitución y propiedades de los mismos, tema intermedio entre la Geología y la Química, que tiene como característica más significativa la de ser un estudio de carácter muy local y concreto, no generalizable fácilmente, ya que la génesis de los silicatos varía apreciablemente de unos lugares a otros. Dentro de esta línea se estudió la génesis de la montmorillonita de Tidinit, formada por la acción del agua sobre las andesitas (85). Otro yacimiento estudiado fue el de las bentonitas de la sierra de Níjar (86). También, en colaboración con el catedrático Hoyos de Castro, se estudió el yacimiento marroquí de vermiculita de Beni Buxera (87). Asimismo, se abordó la formación de minerales arcillosos en Sierra Nevada, principalmente constituidos por caolín, con unas características parecidas a las de determinadas zonas del Pirineo (88). Esta línea de investigación sería continuada en la Universidad de Sevilla por González García, que alcanzaría la cátedra de dicha Universidad en 1952.

En unos temas parecidos trabajó el grupo constituido alrededor de Ángel Hoyos de Castro, con el que también colaboraron en ocasiones González García y Juan de Dios López González. Básicamente, los temas cultivados por Hoyos de Castro pueden incluirse dentro de dos grupos: investigación de los minerales arcillosos de la zona de Andalucía Oriental y estudio de diferentes tipos de suelos.

Dentro del primer grupo, el equipo de Hoyos de ocupó de determinados caolines de la provincia de Granada, así como del talco de Lucar (Almería) (89); mas tarde trabajó con Miguel Delgado en el estudio de la

- 
- (85) GUTIÉRREZ RÍOS, E.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. Génesis de la montmorillonita del Marruecos español, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1949, 8, 537-558.
  - (86) GONZÁLEZ GARCÍA, F.; MARTÍN VIVALDI, J. L. Caracterización y propiedades de una muestra de bentonita de Almería, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1949, 8, 567-582.
  - (87) HOYOS DE CASTRO, A.; GONZÁLEZ GARCIA, F.; MARTÍN VIVALDI, J. L. Constitución y propiedades de una vermiculita de Beni Buxera (Marruecos español), *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1950, 46B, 715-726.
  - (88) GUTIÉRREZ RÍOS, E.; MEDINA ORTEGA, A. M. Formación de arcilla en Sierra Nevada, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1950, 9, 475-536.
  - (89) HOYOS DE CASTRO, A.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. Identificación y propiedades de

génesis y caracterización de un conjunto de rocas alteradas llamadas «launas», existentes en la población de Carataunas, que tras un estudio detallado mostraron estar formadas por caolinita, moscovita, cuarzo e ilita (90).

En el segundo grupo se pueden incluir varios trabajos edafológicos, en los que se estudiaron algunos suelos de diferentes lugares de la subregión: Padul, Sierra Elvira y Sierra Nevada (91), considerando también los diferentes procesos de erosión que se presentaban en los suelos situados en distintos lugares de la provincia de Granada, llegando a la conclusión de que los procesos erosivos, con respecto a las rocas primarias, y desde el punto de vista químico, eran más intensos en lugares con mayor grado de humedad y presencia de algún tipo de vegetación (92).

#### 4.2. *Química Analítica. Análisis clínicos*

En la Facultad de Ciencias, y con unos medios muy precarios, se realizó una variada investigación dentro del campo de la Química Analítica, iniciada por el catedrático Fernando Burriel en colaboración con el auxiliar Francisco Pino Pérez; tras la marcha de Burriel a Madrid, quedaría Pino Pérez encargado de las enseñanzas de esta asignatura, mientras que al mismo tiempo trabajó en diversos temas dentro del campo del análisis inorgánico.

Las primeras investigaciones de Burriel y Pino se refirieron al empleo

- 
- un caolín español, *Anales Inst. Esp. Edafol., Ecol. y Fisiol. Vegetal*, 1947, 6, 79-99; HOYOS DE CASTRO, A. y AHUMADA BUESA, M. Análisis y génesis de un talco blanco de Lucar (Almería), *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1951, 10, 117-124; 125-133.
- (90) HOYOS DE CASTRO, A.; DELGADO, M. Génesis y caracterización del material conocido como «launa», *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1952, 11, 509-526.
- (91) HOYOS DE CASTRO, A.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. Determinaciones analíticas en la turbera de Padul (Granada), *Anales Inst. Esp. Edafol., Ecol. y Fisiol. Vegetal*, 1948, 7, 51-60; HOYOS DE CASTRO, A.; AHUMADA BUESA, M. Erosión y formación de suelo en Sierra Elvira (Granada), *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1949, 8, 157-236; HOYOS DE CASTRO; MEDINA ORTEGA, A. M. Sucesión de suelos en Sierra Nevada en relación con la altura sobre el nivel del mar, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1951, 10, 19-49.
- (92) HOYOS DE CASTRO, A.; AHUMADA BUESA, M. Procesos de erosión en clima semiárido, *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1949, 45B, 861-872.

de agua de bromo en análisis cualitativo de cationes (93), y a continuación pusieron a punto un método para distinguir el sulfato de plomo de otros sulfatos insolubles (94). Poco después pasaron a estudiar el empleo del óxido mercúrico como compuesto patrón en volumetría ácido base, modificando el llamado método de Billman (95). Tras la marcha de Burriel, realizó Pino Pérez una serie de investigaciones dispersas, asistemáticas, sin una orientación preferente, en las que participaron J. Ortiz, J. Acosta Rodríguez y M.D. Vinuesa, aunque otros trabajos los realizó en solitario, aunque en ellos solía aparecer también Fernando Burriel, que sólo actuaba como supervisor. Estas investigaciones versaron sobre los siguientes temas: determinación volumétrica de plata con yoduro usando iodo-almidón como indicador; análisis de hierro en silicatos; determinación cromatográfica de níquel en presencia de cobalto utilizando una columna empaquetada con carbonato cálcico y dimetilglioxima; empleo de la dimetilglioxima como indicador en volumetría de complejos y del ácido salicílico como patrón en valoraciones ácido base; reactividad de la dimetilglioxima frente a cationes metálicos en presencia de cianuros, y empleo de reacciones inducidas en análisis (96). Estas investigaciones se interrumpieron en 1950, cuando tras unas agitadas oposiciones ocupó la cátedra de Química Analítica el profe-

- 
- (93) BURRIEL, F.; PINO, F. Empleo del agua de bromo en el análisis del primer grupo de cationes (incluyendo al talio), *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1944, 40, 218-221.
- (94) BURRIEL, F.; PINO, F. Diferenciación de precipitados y cristales análogos, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1945, 41, 226-233.
- (95) BURRIEL, F.; PINO, F. Aplicaciones analíticas de la reacción  $\text{HgO} + 4 \text{KX} = [\text{HgX}_4] + 2 \text{KOH}$ , *Inf. Quím. Anal.*, 1949, 3, 39-43.
- (96) BURRIEL, F.; PINO, F.; ORTIZ, J. Determinación volumétrica de plata en presencia de plomo y cobre con iodo-almidón como indicador, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1949, 45B, 577-582; PINO, F.; ACOSTA RODRÍGUEZ, J. Nota sobre la determinación de hierro ferroso en silicatos y rocas, *Anales Int. Esp. Edafol., Ecol. y Fisiol. Vegetal*, 1947, 6, 107-115; BURRIEL, F.; PINO, F. Aplicación de la técnica cromatográfica en la detección de trazas de níquel, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1949, 45B, 749-756; BURRIEL, F.; PINO, F. Nuevas aplicaciones de la dimetilglioxima como indicador en análisis volumétrico, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1949, 45B, 43-48; BURRIEL, F., PINO, F.; VINUESA, M. D. Comportamiento del ácido acetil-salicílico como patrón en alcalimetría, *Afinidad*, 27, 337-341; BURRIEL, F.; PINO, F. Demasking of cyanide complexes. Application to reactions with dimethylglyoxime, *Anal. Chim. Acta*, 1950, 4, 333-339; BURRIEL, F.; PINO, F. Reacciones inducidas en análisis. Reducción de paladio con sulfato de hidracina, inducida por el selenio, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1951, 47B, 653-656.

sor Fermín Capitán. Francisco Pino, tras una larga estancia en Francia, obtendría la cátedra de La Laguna en 1953.

En el periodo que se está considerando, Fermín Capitán —que pasó a dirigir también la sección de Química Analítica del Centro de Edafología— trabajó con Manuel Lachica en el desarrollo de nuevas aplicaciones del dicromato potásico como reactivo espectrofotométrico, aplicándolo en la determinación de hidracina, peróxido de hidrógeno y perborato (97). También trabajó en la puesta a punto de un método para la determinación espectrofotométrica de fósforo (98).

Por lo que respecta a José M.<sup>a</sup> Clavera, su actividad fue escasa en el periodo de postguerra. Publicó dos libros de texto, uno (en reedición) dedicado a diversas cuestiones de análisis instrumental y otro referido a prácticas de laboratorio, y realizó, entre otros, un trabajo sobre determinación de iodo en medio orgánico (99).

En el campo más concreto del análisis clínico, A. Mallol —profesor de la Facultad de Farmacia— se ocupó entre otras cuestiones de la determinación de nitrógeno en líquidos biológicos y de sodio en sangre (100), mientras que Suárez Peregrín se ocupaba de la puesta a punto de diversos ensayos clínicos, de la preparación de autovacunas (101) y de la traducción de diversos artículos de Química clínica que aparecieron en la revista *Laboratorio*. En la Facultad de Medicina, J. Domínguez trabajó en el análisis cualitativo de orina mediante ensayos en papel (102).

- 
- (97) CAPITÁN, F.; LACHICA, M. Aplicaciones analíticas fotométricas del sistema dicromato-cromo (III), *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1956, 52B, 237-270.
- (98) CAPITÁN, F.; MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F. Determinación espectrofotométrica de fósforo con amidol, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1952, 13, 767-790.
- (99) CLAVERA, J. M. *Técnica de las medidas físicas y físico-químicas*, Granada, Librería Prieto, 1953, 4<sup>a</sup> edición, 2 vols.; CLAVERA, J. M.; PORTILLO, R. *Practicum de Química*, Madrid, Saeta, 1941; CLAVERA, J. M. Microdeterminación de iodo en medios orgánicos, *Actas II Congreso Luso-Español de Farmacia*, Madrid, 1952, 287-292.
- (100) MALLOL, A. Determinación de nitrógeno en líquidos biológicos, *Laboratorio*, 1946, 1, 9-16; MALLOL, A.; FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, L. Determinación de sodio en sangre, *Laboratorio*, 1949, 4, 501-508.
- (101) SUÁREZ PEREGRÍN, E. Técnica de la micro-reacción de Meinicke, *Laboratorio*, 1946, 1, 301-309; SUÁREZ PEREGRÍN, E. Sobre preparación de autovacunas, *Laboratorio*, 1947, 1, 301-309.
- (102) DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ, J. Nuevo método microquímico con papel reactivo

### 4.3. *Química Orgánica. Química Física*

En el área de la Química Orgánica, la actividad investigadora materializada en publicaciones fue muy escasa. En el *Chemical Abstracts* no aparecen en este periodo referencias a Sáenz de Buruaga (que ocupó la cátedra de la Facultad de Farmacia en 1935) y sólo un número muy pequeño correspondiente a Gonzalo Gallas, ya por entonces en los últimos años de su vida profesional. Este profesor, en colaboración con M. de la Morena, realizó un trabajo sobre diferentes nitrilos, que vio la luz en 1954; posteriormente publicaron otro artículo en el que estudiaban las diferentes reacciones de la benzoina y del bencilo con formamida (103).

La investigación en la cátedra de Química Física fue inexistente en todo este periodo; su titular, Adolfo Rancaño, realizó una labor exclusivamente docente, simultaneando esta con su trabajo como químico en la fábrica de ácido sulfúrico de Atarfe. Sin embargo, pueden incluirse dentro de este área determinados trabajos realizados por Gutiérrez Ríos y López González. El primero de estos profesores, en colaboración con J. Cano Ruiz, se ocupó de los aspectos termodinámicos del cambio iónico, aplicando las conclusiones a las actividades de las montmorillonitas como intercambiadores de iones (104), mientras que el segundo estudió la adsorción física de gases a baja presión sobre sólidos (grafito, carbón activo, etc), llegando a la conclusión de que la llamada ecuación de Langmuir era aplicable en estos casos en superficies homogéneas, pero no se obtenían buenos resultados cuando la superficie era heterogénea (105).

---

para la identificación de manchas de orina en medicina forense, *Laboratorio*, 1950, 5, 1-14.

- (103) GALLAS, G.; MORENA CALVET, M. Nitrilos de oxalamidas disustituídas, *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1954, 50B, 741-746; GALLAS, G.; MORENA CALVET, M.; MÁRQUEZ ARCHILLA, F. Comparación entre las reacciones de la benzoina y del bencilo con formamida, *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1955, 51B, 633-638.
- (104) GUTIÉRREZ RÍOS, E.; CANO RUIZ, J. Propiedades termodinámicas del cambio iónico, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1954, 13, 791-841.
- (105) LÓPEZ GONZÁLEZ, J.D. Adsorción física de gases sobre sólidos en la zona de bajas presiones, *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1956, 52B, 139-150.

## 5. PERIODO 1956-1975

Este periodo se caracteriza principalmente por su estabilidad en el terreno científico en el conjunto de España, al menos hasta fines de los años sesenta, que se tradujo en un número de artículos publicados muy parecido de unos años a otros. Todo ello era consecuencia de una estabilización de las plantillas del profesorado universitario y de los investigadores del CSIC. El número de facultades experimentales se mantuvo estacionario, así como el de catedráticos en cada facultad; por lo general, en las universidades regionales había sólo un catedrático por cada asignatura, y uno o dos profesores adjuntos por cada catedrático. La dificultad principal que se les presentaba a los profesores adjuntos era su bajísima retribución, lo que unido a su precariedad laboral hacía que tuvieran que simultanear su labor con otras actividades, por lo general en el campo de la enseñanza media o, en el caso de los químicos, trabajando en laboratorios oficiales o particulares. Todo ello determinaba que los grupos de investigación que se constituían en la Universidad lo hacían, indefectiblemente, alrededor de algún catedrático.

Un hecho que, a la larga, tendría una gran importancia sobre la investigación española sería la autorización de que las tesis doctorales pudieran ser leídas en cualquier universidad, ya que hasta entonces sólo la Universidad de Madrid estaba autorizada para ello. Esto restó importancia administrativa a los catedráticos madrileños y aumentó la independencia de los grupos investigadores del resto de España.

En el caso de Granada no se produjeron variaciones apreciables en la sección de Química con respecto al periodo anterior, salvo algunos cambios en el profesorado universitario. Un hecho destacable fue la creación en 1956 de la sección de Geología, que amplió el campo de las investigaciones hacia los temas de Cristalografía y Mineralogía, fronterizos con la Química. La investigación química se desarrolló en este periodo en las Facultades de Ciencias y Farmacia, así como en la Estación Experimental del Zaidín, que se fue independizando gradualmente de la Universidad desde el momento en que tuvo sus propios locales, aunque parte de los cuadros directivos siguieron siendo catedráticos universitarios (Angel Hoyos de Castro, Luis Recalde, Vicente Callao, Gregorio Varela, Juan Luis Martín Vivaldi); sin embargo, el centro del Zaidín contó ya en este época

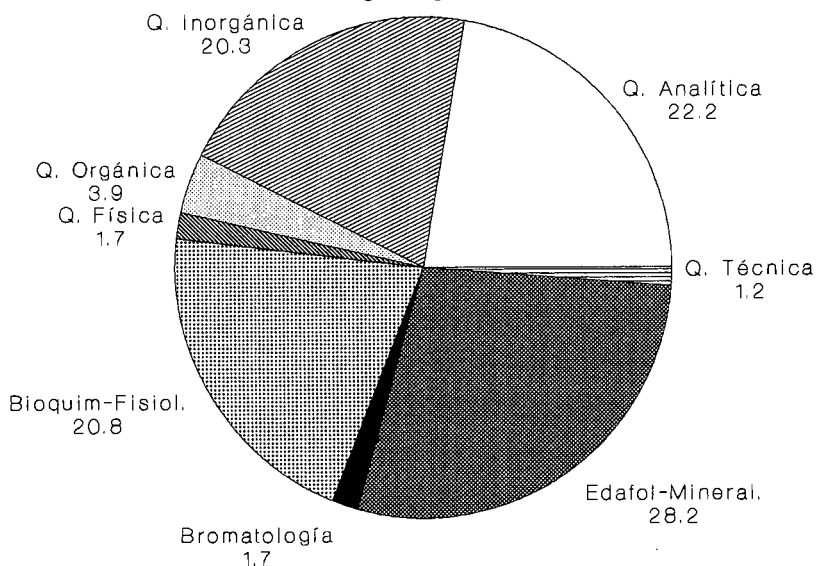
con una plantilla exclusiva de investigadores y colaboradores científicos que ocupaban los puestos intermedios. Otro centro que realizó una importante actividad fue el Instituto de Parasitología «López Neyra»; algunos de los trabajos realizados en este centro dentro de las áreas de Bioquímica y Fisiología serán considerados más adelante.

Otro hecho interesante que se dió en esta época fue la creación de otra revista científica en Granada, *Ars Pharmaceutica*, en 1960, en la que se recogió una parte de la investigación química y farmacéutica producida en la propia Granada.

En términos cuantitativos, a lo largo de este periodo los datos obtenidos a partir de *Chemical Abstracts* muestran (Gráfica 5) un fuerte predominio de los temas de Bioquímica, Química Analítica, Edafología y Química Inorgánica. En concreto, estas dos últimas áreas representan casi la mitad del número de artículos en Química y materias afines publicados en este periodo; esta investigación se realizó en la Estación del Zaidín o en las cátedras regentadas por Hoyos de Castro y López González, también vinculadas a dicho centro, y muestra la importancia que tuvo en la investiga-

GRÁFICA 5

*Distribución de la investigación química desde 1956 a 1975*





ción española de estos años el CSIC, debido a sus mayores recursos económicos y a la estabilidad laboral de su personal, en comparación con las universidades, escasas de personal y de dinero.

### 5.1. *Química Inorgánica*

Al igual que en el periodo anterior, las investigaciones en este area se desarrollaron en la Facultad de Ciencias, en la que ocupó la cátedra de Química Inorgánica en 1960 el profesor Juan de Dios López González, tras la marcha de Gutiérrez Ríos a Madrid, así como en la Estación Experimental del Zaidín, aunque en este último lugar los estudios de carácter edafológico y sobre mineralogía de minerales arcillosos fueron adquiriendo cada vez más importancia.

Antes de su traslado a Madrid, Enrique Gutiérrez Ríos realizó un estudio, en colaboración con Carmen del Pino Vázquez, sobre los equilibrios de cambio iónico entre las superficies cambiadoras y las disoluciones que contenían iones (106), considerando con más detalle el equilibrio de intercambio que se daba entre el ión  $H^+$  y los iones alcalinos en determinadas resinas cambiadoras; calculaban, a partir de los datos experimentales, los valores de energía libre de los procesos que tenían lugar (107). Este tipo de investigación era más propiamente encuadrable dentro de la Química Física.

El grupo de Juan de Dios López González trabajó en diversos temas, entre los que predominaron los referentes a silicatos laminares. Uno de los primeros temas estudiados, ya iniciados en el periodo anterior por Ángel Hoyos, consistió en el estudio del efecto del tratamiento térmico y ácido sobre los geles de silicio alúmina y sobre vermiculitas (108). Algo diferente

---

(106) GUTIÉRREZ RÍOS, E. Equilibrios de cambio iónico entre superficies sólidas y disoluciones acuosas, *Trabajos reunión intern. reactividad sólidos (Madrid 1956)*, 1957, vol. I, pp. 21-56.

(107) GUTIÉRREZ RÍOS, E.; PINO VÁZQUEZ, C. Equilibrios de intercambio entre iones hidrógeno y cationes alcalinos con resinas, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1956, 15, 725-780.

(108) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; MATA ARJONA, A. Efectos del tratamiento térmico y del contenido de alumina sobre la superficie específica de geles de silice-alúmina,

fue el tema referente al comportamiento químico del grafito (que también presenta una estructura laminar), dentro del cual consideraron el proceso de oxidación de los grafitos naturales y sintéticos, proceso que estudiarían más tarde con más detalle, haciendo uso de la microscopía electrónica y de la difracción de rayos X (109). Tras una estancia en Estados Unidos, donde trabajó con Deitz sobre la adsorción de gases por el grafito, pasó a considerar diferentes aspectos de estos temas de adsorción. En relación con esto puede citarse el estudio de la adsorción de butanol sobre grafito (110), complementado con un trabajo paralelo en el que estudiaron la adsorción del mismo compuesto sobre sulfuro de molibdeno (111).

Ya en los años setenta, y en colaboración con A. Martín Rodríguez y F. Domínguez, amplió estos estudios a los compuestos producidos en la oxidación del grafito, investigando, entre otras cuestiones, la susceptibilidad magnética de dichos productos de oxidación y la cinética de formación del óxido de grafito (112).

Mayor importancia tuvo la investigación sobre las interacciones entre pesticidas y silicatos laminares, en un intento de aproximarse a la distribución de pesticidas en los suelos agrícolas. El compuesto objeto de atención preferente fue el conocido dicloro difenil tricloroetano (DDT). Se estudió la difusión del DDT en dos tipos de bentonitas: ácida y sódica, comprobán-

---

*Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1958, 17, 93-121; LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; CANO RUIZ, J. Surface-area changes of vermiculite by acid and thermal treatment, *Proc. Natl. Conf. Clays, Clays Minerals*, 6th, Berkeley, 1957, pp. 399-405.

- (109) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; MARTÍN RODRÍGUEZ, A. Mecanismos de oxidación del grafito durante la formación de óxidos de grafito. *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1965, 61B, 327-353; LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; MARTÍN RODRÍGUEZ, A.; DOMÍNGUEZ VEGA, F. Products of oxidation at 0° of mineralogical and synthetic graphites. Chemical composition, structure and theoretical interlaminar surface area, *Carbon*, 1969, 7, 583-588.
- (110) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; BAÑARES MUÑOZ, M. A. Adsorción de butano a -78,5 y 0° sobre grafito mineralógico ultrapuro, *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1964, 60B, 771-802.
- (111) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; BAREA CUESTA, E.; BAÑARES MUÑOZ, M. A. Adsorción de butano sobre disulfuro de molibdeno, *An. Quím.*, 1968, 64, 699-706.
- (112) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; MARTÍN RODRÍGUEZ, A.; DOMÍNGUEZ, F. Susceptibilidad magnética de los productos de oxidación del grafito, *An. Quím.*, 1973, 69, 909-914; LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; MARTÍN RODRÍGUEZ, A.; RODRÍGUEZ REINOSO, F. Kinetic of the formation of the graphite oxide, *Carbon*, 1975, 13, 461-464.

dose que la difusión era mayor en las bentonitas ácidas (113). Más tarde hicieron un estudio similar con vermiculitas ácidas y sódicas, llegando a las mismas conclusiones (114). Estos trabajos continuaron con un estudio sobre la descomposición del DDT retenido en minerales arcillosos, descomposición que está muy influenciada por los iones presentes en el mineral, así como sobre la elución de algunos insecticidas por la acción del agua cuando se encuentran retenidos en diversos tipos de minerales arcillosos (115).

Un tema desarrollado a comienzos de los años setenta fue el de la difusión de los iones haluros y fosfatos a través de determinadas membranas cambiadoras de iones (116). En la misma época se estudió la preparación de carbón activo a partir de los huesos de las aceitunas (117), tema que tenía un mayor carácter aplicado.

En este periodo, y antes de su traslado a Madrid, Hoyos de Castro y sus colaboradores trabajaron preferentemente en temas de edafología y de estudios de yacimientos de minerales arcillosos de diversos lugares, cuestiones estas que serán tratadas más adelante. En el campo de la Química Inorgánica, Hoyos de Castro, en colaboración con Miguel Delgado, se ocupó preferentemente de las transformaciones térmicas de las antigoritas

- 
- (113) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; VALENZUELA CALAHORRO, C. Difusión de DDT en bentonitas ácidas homioónicas y en bentonitas sódicas homioónicas, *An. Quím.*, 1968, 64, 139-146; 359-364.
- (114) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; VALENZUELA CALAHORRO, C. Difusión del DDT en vermiculitas ácidas y sódicas, *An. Quím.*, 1968, 64, 713-721.
- (115) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; VALENZUELA CALAHORRO, C. Associated decomposition of DDT to DPE in the diffusion of DDT on homoionic clays, *J. Agr. Food Chem.*, 1970, 18, 520-523; LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; GONZÁLEZ GÓMEZ, C. Elución del DDT desde arcillas homioónicas por medio del agua, *An. Quím.*, 1970, 66, 271-282; LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; GONZÁLEZ GÓMEZ, C. Movilización por el agua del 2, 4-D-<sup>14</sup>C retenido por bentonita y caolín homioónico, *An. Quím.*, 1972, 68, 1373-1378.
- (116) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; VALENZUELA CALAHORRO, C.; GARCÍA RODRÍGUEZ, A. Difusión de iones haluros en membranas cambiadoras Permaplex A-20, *An. Quím.*, 1974, 70, 768-776; LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; VALENZUELA CALAHORRO, C.; DEL REY BUENO, F. Difusión de iones fosfatos través de membranas Permplex A-20, *An. Quím.*, 1973, 69, 1277-1295; 1297-1312.
- (117) LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D.; RODRÍGUEZ REINOSO, E. Preparación de carbón activo a partir del hueso de aceitunas, *An. Quím.*, 1972, 68, 135-140.

(variedades de la serpentina), estudiando estos cambios por análisis térmico diferencial y difracción de rayos X (118). Ambos estudiaron después la influencia del óxido magnésico sobre las transformaciones producidas en el talco sometido a un calentamiento progresivo (119). Por último, con Jesús Thomas estudió Hoyos de Castro el efecto del intercambio iónico sobre la presión osmótica y la conductividad de las suspensiones de bentonitas en membranas de colodión (120).

Más extensa fue en este periodo la actividad investigadora desarrollada por Martín Vivaldi y sus colaboradores, también dentro del terreno de la reactividad de silicatos y minerales arcillosos. Así, estudiaron inicialmente la metilación con diazometano de diversos caolines y bentonitas, que estaba fuertemente influenciada por el tamaño de partícula y la textura (121). Esta temática de la interacción de silicatos con compuestos orgánicos fue considerada años más tarde por Martín Vivaldi y Purificación Fenoll Hach Alí, estudiando por análisis térmico diferencial la evolución frente al calentamiento de diversos compuestos de etilenglicol con montmorillonitas, vermiculitas y sepiolitas. También abordaron un estudio similar referente a los compuestos de alcoholes con dichos silicatos (122).

Independientemente, en este mismo periodo trabajó también Martín Vivaldi en temas estructurales de estos compuestos laminares. Así, con M. Rodríguez Gallego y J.M. Martín Pozas, efectuó un estudio por medio de

- 
- (118) HOYOS DE CASTRO, A.; DELGADO, M. Transformaciones térmicas de las antigoritas, *Trabajos reunión intern. reactividad sólidos (Madrid 1956)*, 1958, vol. 2, pp. 425-435; 437-441.
- (119) HOYOS DE CASTRO, A.; DELGADO, M. Influencia de la adición de MgO sobre las fases de transformación del talco, *Inst. Inv. Geol. «Lucas Mallada», Estud. Geol.*, 15, 1959, 219-226.
- (120) HOYOS DE CASTRO, A.; THOMAS, J. Efecto del cambio iónico sobre la presión osmótica y de la conductividad sobre las suspensiones de bentonitas, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1956, 15, 789-863.
- (121) MARTÍN VIVALDI, J. L.; PINO VÁZQUEZ, C.; CANO RUIZ, J. Estudio de la superficie de los silicatos con estructura laminar, *Trabajos reunión intern. reactiv. sólidos, (Madrid 1956)*, 1958, vol. 2, pp. 459-479; 505-513.
- (122) FENOLL HACH-ALÍ, P.; MARTÍN VIVALDI, J.L. Análisis térmico diferencial de complejos orgánicos con silicatos, *Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrología*, 1969, 25, 347-351; FENOLL HACH-ALÍ, P.; MARTÍN VIVALDI, J. L. Comportamiento térmico de montmorillonitas con alcoholes alifáticos normales, *An. Quím.*, 1970, 66, 133-140.

rayos X sobre la estructura de silicatos en minerales arcillosos, estudiando el efecto del cambio iónico y de la sustitución isomórfica (de unos iones por otros) sobre la estructura (123); estas investigaciones se encuadraban más bien dentro del área de la Cristalografía, materia de la que Martín Vivaldi era catedrático desde 1962. Una orientación parecida es la referente a la investigación sobre cambios estructurales en silicatos a causa del tratamiento térmico de los mismos (124).

En la Facultad de Farmacia, a comienzos de los setenta, se constituyó un grupo investigador alrededor del catedrático Salvador González García, trasladado desde la Universidad de Salamanca. En los primeros años, su línea de trabajo se orientó preferentemente dentro del campo de la llamados compuestos de coordinación, estudiando los complejos formados por el ácido propilendiaminotetraacético (125) y por otras sustancias relacionadas.

## 5.2. Mineralogía. Edafología. Agroquímica

La práctica totalidad de las investigaciones en estas áreas se desarrollaron en la Estación del Zaidín, bajo la dirección de Hoyos de Castro —antes de su traslado a Madrid en 1962—, Martín Vivaldi, Recalde y Lachica, y se materializaron en numerosas publicaciones a lo largo del periodo considerado.

Ángel Hoyos de Castro y colaboradores se ocuparon tanto de temas mineralógicos como edafológicos. Así, con el investigador Luis J. Alias

- 
- (123) MARTÍN VIVALDI, J. L.; RODRÍGUEZ GALLEGO, M.; MARTÍN POZAS, J. M. Determinación de filosilicatos en arcillas por difracción de rayos X, *An. Quím.*, 1969, 65, 19-23; 25-29.
- (124) MARTÍN VIVALDI, J. L.; MAC EWAN, D. M. C.; RODRÍGUEZ GALLEGO, M. Effect of thermal treatment on the c axial dimension of montmorillonite as a function of the exchange cation, *Intern. Clay Conf. (Stockholm)*, 1963, pp. 45-51; MARTÍN VIVALDI, J. L.; MAC EWAN, D. M. C. Corrensite and swelling chlorite, *Clay Minerals Bull.*, 1960, 4, 173-181.
- (125) SUÁREZ CARDESO, J. M.; GONZÁLEZ GARCÍA, S. Complejos del ácido propilendiaminotetraacético con cationes de metales de transición, *An. Quím.*, 1972, 68, 1227-1236; 1973, 69, 491-497; 1974, 70, 49-52.

realizó un amplio estudio sobre la mineralogía y la génesis de los depósitos de alunita del llamado Cerro de San Cristóbal, en Mazarrón (126), así como sobre minerales de la zona almeriense de Benahadux, donde comprobaron la identidad mineralógica de la llamada calafatita con la alunita (127). De forma complementaria, entre mediados de los años cincuenta y primeros años sesenta se ocuparon de diversos yacimientos minerales: alunitas del Teide, peridotitas de la Serranía de Ronda, sepiolita de la Sierra de Mijas, etc.

En el terreno de los estudios edafológicos, sus investigaciones principales en este periodo se refirieron a suelos de la Guinea insular española (isla de Fernando Póo, actual Bioko), en el que, en colaboración con Julio Rodríguez, efectuó un amplio estudio sobre la composición mineralógica y química de dichos suelos (128). Un trabajo similar, pero referido a la zona continental de la Guinea española, fue realizado poco después por Hoyos de Castro y Alias (129).

La actividad científica de Martín Vivaldi fue muy intensa en este periodo dentro del campo del estudio de yacimientos de minerales arcillosos, principalmente bentonitas, así como sobre sepiolitas. En esta línea realizó un estudio extenso sobre el yacimiento de bentonitas del cabo de Gata, donde estudió la alteración de las rocas volcánicas por la acción marina e hidrotermal (130). Tras estos estudios iniciales volvió años más tarde, en colaboración con José Linares, a estudiar los diferentes yacimientos de estas bentonitas en la zona del cabo de Gata, donde son más abundantes: Los Trancos, Majada de las Vacas y Palma del Muer-

- 
- (126) HOYOS DE CASTRO, A.; ALIAS, L. J. Mineralogía y génesis del depósito de alunita del Cerro de San Cristóbal en Mazarrón (Murcia), *Notas Comun. Inst. Geol. Minero España*, 1962, 67, 109-121; 123-132.
- (127) HOYOS DE CASTRO, A.; ALIAS, L. J. Identidad de calafatita y alunita, *Estudios Geol., Inst. Inv. Geol. «Lucas Mallada»*, 1962, 18, 111-115.
- (128) HOYOS DE CASTRO, A.; RODRÍGUEZ, J. Suelos de la Guinea insular española, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1956, 15, 1-55; 333-383.
- (129) HOYOS DE CASTRO, A.; ALIAS, L. J. Composición mineralógica y formación de algunos suelos en la Guinea continental española, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1959, 18, 97-135.
- (130) MARTÍN VIVALDI, J. L., CANO RUIZ, J.; FONTBOTÉ, J. M. Bentonites from the volcanic region of Cabo de Gata (Almería), *Nat. Acad. Sci. Nat. Research Council Publ.*, 1956, 456, 181-184.

to (131); el estudio de campo se completó con análisis químico, difracción de rayos X y análisis térmico. Otro trabajo extenso, realizado con Rodríguez Gallego, fue el correspondiente al estudio mineralógico de la fracción arcillosa de los suelos de la Vega de Granada, que contenían mayoritariamente ilitas, cloritas, montmorillonitas y caolinitas (132). Un estudio parecido lo efectuó en los suelos salmantinos, en colaboración con el Centro de Edafología de Salamanca, que dirigía entonces Felipe Lucena Conde (133).

Otros estudios mineralógicos dirigidos por Martín Vivaldi a lo largo de estos años se refirieron al estudio de la composición de las minerales arcillosos de las comarcas catalanas del Vallés y del Penedés, a las cloritas de la zona costera de Cataluña, a las haloritas de Maazza (Marruecos), a los terrenos arcillosos de Zarza de Alanje (Badajoz) y a los minerales fibrosos de la cuenca del Tajo (134).

En temas agroquímicos, más relacionados con la vegetación y los cultivos, trabajaron en el Zaidín Luís Recalde y Manuel Lachica. El primero estudió el efecto de la adición de turba y paja en el abonado que se utilizaba en los años cincuenta en la Vega de Granada. También estudió la posible relación entre el fósforo de las hojas de la caña de azúcar y el rendimiento obtenido con dichas plantas (135). En los años setenta se

- 
- (131) MARTÍN VIVALDI, J. L.; LINARES GONZÁLEZ, J. Bentonitas del Cabo de Gata, *Bol. Geol. Minero*, 1968, 79, 513-523; 605-611, 80, 74-80.
- (132) MARTÍN VIVALDI, J. L.; RODRÍGUEZ GALLEGO, M. Estudio mineralógico de la fracción arcillosa de los suelos de la Vega de Granada, *Anales Edafol. Agrobiol.*, 1964, 23, 485-497; 591-602.
- (133) MARTÍN VIVALDI, J. L.; SÁNCHEZ CAMAZANO, M.; LUCENA CONDE, F. Minerales arcillosos en los suelos de Salamanca, *Anales Edafol. Agrobiol.*, 1961, 20, 71-98.
- (134) MARTÍN VIVALDI, J. L.; FONTBOTÉ, J. M.; RAUSSELL-COLOM, J.A.; TRUYOLS, J. Composición mineralógica de las arcillas miocénicas de la depresión del Vallés-Penedés, *Inst. invest. geol. «Lucas Mallada», Estud. geol.*, 1957, 14, 305-321; MARTÍN VIVALDI, J. L.; MAC EWAN, D. M. C. Triassic chlorites from the Jura and the Catalan coastal, *Clay Minerals Bull.*, 1957, 3, 177-183; MARTÍN VIVALDI, J. L.; GIRELA VILCHEZ, F. Examination of the hallosyte from Maazza, North Morocco, *Silicates Inds.*, 1959, 24, 380-385; MARTÍN VIVALDI, J. L.; PINO VÁZQUEZ, C. Estudio mineralógico de una tierra blanca de Zarza de Alanje (Badajoz), *Notas y com. Inst. Geol. y Minero España*, 1958, 49, 3-20; HUERTAS, F.; LINARES, J.; MARTÍN VIVALDI, J. L. Minerales fibrosos de la arcilla en cuencas sedimentarias españolas. Cuenca del Tajo, *Bol. Geol. Min. Esp.*, 1971, 82, 534-542.
- (135) RECALDE, L.; ESTEBAN, E.; MONTOYA, E.; GARCÍA RUIZ, R. Experiencias de

ocupó del efecto cuantitativo que la aplicación de diversos productos químicos (ácido bórico, acetileno, etc) sobre las hojas del olivo puede ejercer sobre los procesos de floración y fructificación, que permiten incrementar la cantidad de fruto recogido (136).

Por su parte, Lachica, independientemente de su labor específica en análisis químico, trabajó esporádicamente en otras cuestiones; así, realizó con Eduardo Esteban Velasco un trabajo sobre el efecto del boro sobre cultivos de judías en la Vega de Granada, comprobando que este elemento se acumula en las hojas y en las vainas (137). Con Alias realizó un estudio sobre cristalografía y mineralogénesis de las jarositas contenidas en las bentonitas del cabo de Gata (138).

### 5.3. *Química Analítica*

Dentro de los distintos grupos que trabajaron en este area, el dirigido por Fermín Capitán en la Facultad de Ciencias se dedicó casi por completo al análisis inorgánico. En este periodo, las primeras investigaciones que llevó a cabo este profesor se realizaron en la Estación del Zaidín, y se refirieron a la modificación de los métodos habitualmente utilizados en la determinación de fósforo y potasio en suelos (139). Sin embargo, la orientación posterior de Capitán fue la del empleo de reactivos orgánicos en

- 
- abonado en la Vega de Granada, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1959, 8, 33-48; RECALDE, J.; LOMBARDÍA, V.; BONEL, J.; VALDIVIA, A. Estudio de nutrición de la caña de azúcar evaluada por medio del diagnóstico foliar, *Anales Edafol. Agrobiol.*, 1964, 23, 193-199; 201-208.
- (136) RECALDE, L.; MARTÍN, E.; GÓMEZ, M. Efecto de la aplicación de ácido bórico pulverizado sobre las hojas de olivo durante su floración, *IX Simposio Internazionale di Agrochimica*, 1973, pp. 500-506; SÁNCHEZ RAYA, A. J.; DONAIRE, J. P. y RECALDE, L. Efecto de la aplicación de acetileno y ácido 2-cloroetilfosfónico sobre la fructificación y cosecha del olivo, *Anales Edafol. Agrobiol.*, 1973, 32, 937-948.
- (137) ESTEBAN E.; LACHICA, M. Efecto del boro en cultivos de judías (Viciajaba), *Anales Edafol. Agrobiol*, 1962, 21, 285-293.
- (138) ALIAS, L.J.; LACHICA, M. Estudio de las jarositas de algunos depósitos de bentonitas de la región volcánica de Sierra del Cabo de Gata, *Inst. Inv. Geol. «Lucas Mallada»*, *Estud. Geol.*, 1966, 22, 239-246.
- (139) CAPITÁN, F.; GARCÍA RUIZ, R. Determinación de fósforo y potasio asimilables en los suelos de la Vega de Granada, *Anales Edafol. y Fisiol. Vegetal*, 1957, 16, 959-970.



análisis inorgánico cualitativo y cuantitativo. Dentro de esta línea, los reactivos primeramente ensayados fueron derivados de la tiourea; así, utilizaron la guanidiltiourea en la determinación de níquel por gravimetría, aplicándola también a la determinación de cadmio con la misma técnica (140). Otro reactivo ensayado fue la amidinotiourea, aunque en conjunto presentó menos utilidad que el anterior (141). Posteriormente, en la tesis doctoral de Francisco Salinas López se estudiaron diversas aplicaciones de los reactivos fenilbiguanida y fenilguanilurea, utilizados principalmente para la determinación de níquel por gravimetría y volumetría (142).

Otro reactivo ensayado, de características diferentes, fue el ácido orótico, utilizado para la determinación espectrofotométrica de cobalto y cinc (143). También comenzó el estudio de reactivos de tipo antraquinona, que en años posteriores sería la línea más importante del equipo de Capitán. En este periodo se ensayaron principalmente las aplicaciones de la antrapurpurina, utilizando este reactivo en la determinación espectrofotométrica de aluminio y de calcio (144).

Ya en los años setenta se estudiaron otros compuestos: 1,2 diaminoantraquinona, 1,4 diamino 5 nitroantraquinona (145), etc., que fueron ensayados como reactivos espectrofotométricos e indicadores volumétricos.

- 
- (140) CAPITÁN, F.; CANALES SELVA, S. Aplicaciones analíticas de la guanidil-tiourea, *Rev. Univ. Ind. Santander*, 1964, 6, 165-169; CAPITÁN, F.; CANALES SELVA, S. Determinación gravimétrica de cadmio con guanidiltiourea, *Ars. Pharm.*, 1966, 7, 47-51.
- (141) CAPITÁN, F.; CANALES SELVA, S. Aplicaciones analíticas de la amidino-tiourea, *Anales R. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 1965, 61B, 875-884.
- (142) CAPITÁN, F.; SALINAS, F. Aplicaciones analíticas de la fenilbiaguanida y de la fenilguanidilurea. Determinación gravimétrica de níquel, *Bol. Soc. Quím. Perú*, 1967, 33, 1-11; CAPITÁN, F.; SALINAS, F. Fenilbiaguanida y fenilguanidilurea. Determinación volumétrica de níquel, *Rev. Soc. Quím. Mex.*, 1967, 111, 178-182.
- (143) CAPITÁN, F.; ARREBOLA, A. Estudios del complejo Co(II)-ácido orótico. Determinación espectrofotométrica de cobalto, *Inf. Quím. Anal.*, 1967, 121, 1-8; CAPITÁN, F.; ARREBOLA, A. Determinación espectrofotométrica de cinc por medio de la formación del complejo Zn(II)-ácido orótico, *Ars. Pharm.*, 1967, 8, 49-53.
- (144) CAPITÁN, F.; ROMÁN, M. Determinación espectrofotométrica de aluminio con antrapurpurina, *Inform. Quím. Anal.*, 1967, 22, 134-142; CAPITÁN, F.; ROMÁN, M. Determinación espectrofotométrica de Ca(II) con antrapurpurina en alcohol absoluto, *Inform. Quím. Anal.*, 1968, 22, 134-142.
- (145) CAPITÁN, F.; ROMÁN, M.; GARCÍA SÁNCHEZ, F. Aplicaciones analíticas de las

La investigación desarrollada en este periodo por Capitán y colaboradores fue similar a la de otras muchas cátedras españolas de Química Analítica, caracterizadas por una gran carencia de medios. De ahí que las técnicas utilizadas fueran las específicamente químicas (volumétricas y gravimétricas), así como la espectrofotometría ultravioleta visible. Aún pasarían algunos años para que otros tipos de técnicas (espectrofluorimetría, absorción atómica) llegaran a las facultades andaluzas. Los centros del CSIC estaban en esta época mucho mejor dotados; así, la Estación del Zaidín disponía ya en 1965 de un cromatógrafo de gases (146).

En la Facultad de Farmacia, el profesor Rafael García Villanova trabajó preferentemente en análisis orgánico, en especial de materias grasas. Así, con Francisco Bosch Serrat puso a punto un método para la determinación de ácidos grasos por vía volumétrica con sal bárica y ácido etilendiamino tetraacético (147). También se propuso una variante en que utilizaban magnesio en lugar de bario (148), aplicándolo a la determinación de ácidos grasos en aceites de soja y cacahuete, y también en aceite de oliva, en aceite de coco y en aceite de maíz (149).

Un nuevo método volumétrico basado en el empleo de sal de plomo, similar a los anteriormente descrito, fue propuesto tras una investigación llevada a cabo por García Villanova y M.C. López Martínez; el procedimien-

- 
- diaminoantraquinonas, *Inform. Quím. Anal.*, 1973, 27, 7-13; 179-189; CAPITÁN, F.; DE MANUEL, E.; SALINAS, F. Estudio de la 1,4-diamino -5-nitroantraquinona como indicador ácido-base en medio acético, *Inf. Quím. Anal.*, 1974, 27, 153-159.
- (146) Estación Experimental del Zaidín, *Memoria 1965-66*, Edición interna mecanografiada.
- (147) BOSCH, F.; GARCÍA VILLANOVA, R. Determinación indirecta complejo-métrica de los principales componentes de las grasas con bario. Determinaciones de ácidos grasos, *Ars. Pharm.*, 1968, 9, 101-118; 173-182.
- (148) GARCÍA VILLANOVA, R.; MARÍN AZNAR, M. T. Método indirecto complexométrico con magnesio para la determinación de ácidos grasos, *An. Bromatol.*, 1968, 20, 243-270; 271-283.
- (149) GARCÍA VILLANOVA, R.; LÓPEZ MARTÍNEZ, M. C. Determinación volumétrica del aceite contenido en aceitunas por complexometría indirecta con magnesio, *Grasas y Aceites*, 1969, 20, 283-286; GARCÍA VILLANOVA, R.; LÓPEZ MARTÍNEZ, M. C. Determinación volumétrica de aceite en cocos por complexometría indirecta con Mg(II), *Cienc. Ind. Farm.*, 1973, 4, 222-224; GARCÍA VILLANOVA, R.; LÓPEZ MARTÍNEZ, M. C. Determinación de aceite de maíz por complexometría indirecta con Mg(II), *Grasas y aceites*, 1973, 24, 10-12.

to fue aplicado a aceites de oliva, soja, cacahuete, girasol y semillas de algodón (150).

En la Estación del Zaidín trabajó durante este periodo Manuel Lachica, discípulo de Fermín Capitán, investigador del CSIC y jefe de la sección de Química Analítica de dicha estación. Obviamente, su trabajo, realizando en gran parte en solitario, se centró en temas relacionados con análisis de suelos y de productos vegetales. Así, a comienzos de los años sesenta, desarrolló un método para la determinación de materia orgánica en suelos (151), y con posterioridad puso a punto un procedimiento para el análisis de magnesio en vegetales mediante volumetría (152), y otro para el análisis de azufre en el mismo tipo de material, utilizando un procedimiento turbidimétrico (153). Más tarde se ocupó de la preparación de muestras en el análisis de las hojas (154), así como de la extracción de nutrientes en suelos con vistas a su análisis, extracción que era realizada con un reactivo complejante que actuaba sobre los suelos durante varios días (155).

Aparte de estos grupos y personas que trabajaban en el área analítica de forma habitual, otros varios de diferentes áreas realizaron en el periodo que se considera determinadas investigaciones encuadrables dentro de esta materia. Así, Martín Vivaldi y colaboradores realizaron una puesta a punto de la instrumentación para análisis térmico diferencial (156). Jesús Cabo

- 
- (150) LÓPEZ MARTÍNEZ, M. C.; GARCÍA VILLANOVA, R. Determinación de ácidos grasos en grasas y aceites vegetales por complexometría indirecta con Pb(II), *Ars. Pharm.*, 1968, 9, 327-337; LÓPEZ MARTÍNEZ, M. C.; GARCÍA VILLANOVA, R. Determinación de ácidos en grasas y aceites por complexometría con plomo. Análisis de aceites de oliva, soja, cacahuete, girasol y semilla de algodón, *Ars. Pharm.*, 1968, 9, 425-432.
- (151) LACHICA, M.; MONTESINOS GALLEGO, R. Determinación de material orgánico en suelos, *Anales Edafol. y Agrobiol.*, 1961, 20, 167-175.
- (152) LACHICA, M. Determination of magnesium in plant materials with Complexon III, *Agrochimica*, 1963, 7, 131-141.
- (153) LACHICA, M. Determination of sulphur in plant material, *Analyst*, 1964, 89, 61-66.
- (154) LACHICA, M. Análisis foliar. Preparación de muestras, *Agrochimica*, 1967, 11, 132-139.
- (155) LACHICA, M.; AGUILAR, A. Effect of EDTA on the uptake of some nutrients, *Agrochimica*, 1967, 11, 451-460; 571-579.
- (156) MARTÍN VIVALDI, J. L.; GIRELA VÍLCHEZ, F.; RODRÍGUEZ GALLEGO, M. Análisis térmico diferencial, *Rev. Cienc. Apl.*, 1963, 17, 111-118.

Torres, catedrático de Farmacognosia, realizó investigaciones sobre la determinación de nicotina en hojas de tabaco y se ocupó de la determinación cromatográfica de los componentes de las esencias de lavandas españolas (157). En el departamento de Bioquímica de la Facultad de Farmacia, Miguel Monteoliva realizó un trabajo sobre la determinación de compuestos nitrogenados por cromatografía (158), mientras que en el Instituto «López Neyra» se efectuaba un estudio en el que acoplaban la electroforesis y la cromatografía de papel (159). Por último, Jesús Thomas, profesor de Técnicas Físicas de la Facultad de Farmacia, estudió el efecto de los antioxidantes sobre los espectros de absorción de aceites de soja y oliva (160).

#### 5.4. *Química Orgánica. Química Física*

Tras la jubilación de Gonzalo Gallas, ocupó la cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias el profesor Ricardo Granados Jarque (nacido en Barcelona en 1917), trasladado desde la Universidad de Valladolid. Granados permaneció en Granada hasta 1967, año en que se marchó a la Universidad de Barcelona. Su actividad investigadora no fue muy extensa. Inicialmente publicó con Manuel de la Morena Calvet y Francisco Márquez Archilla un artículo sobre el empleo de la formamida en la transformación de diversos ácidos (esteárico y palmítico), ésteres y nitrilos en amidas e imidas (161); este trabajo era continuación de otro

- 
- (157) CABO TORRES, J.; TENA NÚÑEZ, G. Determinación de nicotina en hojas de tabaco mediante destilación directa, *Ars. Pharm.*, 1966, 7, 381-391; MARTÍN MESONERO, M.; CABO TORRES, J.; VILLAR DEL FRESNO, A. Estudio comparativo de los diferentes tipos de esencias de lavandas españolas. Determinación de sus componentes por cromatografía de capa fina, *Boll. Chim. Farm.*, 1974, 113, 131-136.
- (158) LÓPEZ GORGE, J.; MONTEOLIVA, M.; MAYOR, F. Identificación por electroforesis y cromatografía de una serie de compuestos nitrogenados de interés bioquímico, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1967, 63 B, 465-478.
- (159) LÓPEZ GORGE, J.; MONTEOLIVA, M. Identification of guanidine derivatives by coupled electrophoresis-paper chromatography, *J. Chromatogr.*, 1967, 29, 300-304.
- (160) TRUYOLS, M.; THOMAS, J. Efectos de los antioxidantes sobre los espectros visibles característicos de aceites de soja y oliva, *Ars. Pharm.*, 1967, 8, 379-385.
- (161) GRANADOS, R.; MORENA CALVET, M.; MÁRQUEZ ARCHILLA, F. Conversión

publicado en la época de Gonzalo Gallas. En el mismo año, los citados profesores publicaron otro artículo sobre la reacción de la formamida con  $\alpha$  dicetonas (162), en el que no figuraba Granados.

La investigación más interesante realizada bajo la dirección de Granados en este periodo fue la correspondiente a la síntesis de compuestos derivados de aminopirimidinas. Los compuestos sintetizados fueron N-glucósidos, así como pirimido pirimidinas y glicosilamino uracilos (163). Cuatro años más tarde publicó Granados un trabajo en el que estudiaba la presencia de diversos compuestos (entre ellos el ácido cumárico) en pinsapos (164).

A finales de los sesenta ocupó la cátedra de Química Orgánica el profesor Fidel J. López Aparicio; aunque procedía de Valladolid, se había formado en la Universidad de Sevilla, siendo discípulo de Francisco García González. En sus primeros tiempos en Granada se ocupó de la obtención de diferentes derivados del aldehído diglicólico, considerando principalmente las reacciones de esta sustancia con compuestos  $\beta$  dicarbonílicos y con compuestos metilenoactivos (165); de forma complementaria se ocupó de la extracción y determinación de diversos ácidos orgánicos por cromatografía de gases (166).

---

de ácidos, nitrilos y ésteres a amidas e imidas por medio de la formamida, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1958, 54, 233-236.

- (162) MORENA CALVET, M.; MÁRQUEZ ARCHILLA, F. Reacción de la formamida con  $\alpha$ -dicetonas, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1958, 54B, 715-718.
- (163) GRANADOS, R.; MÁRQUEZ ARCHILLA, F.; MELGAREJO, M. Síntesis de N-glucósido aminopirimidinas, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1962, 58, 115-120; GRANADOS, R., MÁRQUEZ ARCHILLA, F.; MELGAREJO, M. Derivados de aminopirimidinas. Síntesis de pirimido [4,5-d] pirimidinas. Reacción de azúcares con 4,5-diaminouracilos, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1962, 58B, 479-482; 805-810.
- (164) GRANADOS, R.; ROSELL, M.L. Constituyentes taxonomicamente representativos de la madera de *Abies pinsapo*, *Anales R. Soc. Esp. Fís. Quím.*, 1966, 62B, 583-590.
- (165) GALLO MEZO, M.A.; ESPINOSA UBEDA, A.; LÓPEZ APARICIO, F.J. Derivados del aldehído diglicólico: condensaciones con compuestos  $\beta$ -dicarbonílicos, *An. Quím.*, 1972, 68, 1469; LÓPEZ APARICIO, F. J.; ESPINOSA UBEDA, A.; GALLO MEZO, M. A.; RICO SÁNCHEZ, M. Derivados del aldehído diglicólico. Reacciones con compuestos metilenoactivos, *An. Quím.*, 1974, 70, 456-457.
- (166) LÓPEZ APARICIO, F.J.; GARCÍA-GRANADOS LÓPEZ DEL HIERRO, A. Extracción líquido-líquido con aminas de alto peso molecular: aislamiento y determinación de ácidos por CGL, *An. Quím.*, 1973, 69, 691-692; LÓPEZ APARICIO, F.J.;

En Química Física no hubo ningún tipo de actividad investigadora, actividad que se iniciaría ya entrados los años setenta con la incorporación al correspondiente departamento de los profesores Manuel Cortijo Mérida y Juan Francisco Arenas Rosado.

### 5.5. *Bioquímica. Fisiología. Bromatología*

En la Facultad de Farmacia, Miguel Monteoliva trabajó durante los años sesenta en el estudio de enzimas de determinados parásitos intestinales, trabajos en los que intervendría más tarde el catedrático Federico Mayor Zaragoza. En esta línea se ocupó Monteoliva inicialmente del contenido enzimático del *Ascaris lumbricoides* y de los aminoácidos presentes en *Ascaridia galli*, estudiando además por electroforesis las diferentes proteínas presentes en diversas especies de parásitos (167). Esta línea de investigación fue desarrollada posteriormente con Federico Mayor, estudiando enzimas concretas en estos parásitos, como fue el caso de la glutamato descarboxilasa en *Ascaridia galli*, *Ascaris lumbricoides*, *Taenia solium* y *Moniezia expansa*, y de la Hisina carboxilasa en dos de estos organismos (168). Posteriormente, con Julio López Gorge y Carlos Ibañez, se ocupó de las pirofosfatasa presentes en el parásito *Ascaris lumbricoides*, efectuando la purificación de dichas enzimas, y estudiando a continuación sus características bioquímicas (169). En los años setenta investigó, en colaboración con

---

GARCÍA-GRANADOS LÓPEZ DEL HIERRO, A. CGL de trimetilsilil derivados de ácidos frecuentes en plantas, *An. Quím.*, 1976, 72, 57-59.

- (167) MONTEOLIVA, M. Estudio enzimático del líquido perivisceral de *Ascaris lumbricoides* de cerdos mediante electroforesis de papel, *Rev. Iber. Parasitol.*, 1961, 21, 339-344. MONTEOLIVA, M.; ESCOBAR BUENO, C.; GUEVARA POZO, D. Contenido de aminoácidos de *Ascaridia galli*, *Rev. Iber. Parasitol.*, 1962, 22, 49-52; MONTEOLIVA, M. Estudio electroforético de tres parásitos intestinales, *Rev. Iber. Parasitol.*, 1964, 24, 43-49.
- (168) MONTEOLIVA, M.; RASERO, F. S.; GORGE, J. L.; MAYOR, F. L-Glutamate decarboxylase in intestinal parasites, *Nature*, 1965, 205, 1111-1112; LÓPEZ GORGE, J.; MONTEOLIVA, M.; MAYOR, F. L-lysine carboxylase in *Ascaris lumbricoides* and *Moniezia expansa*, *Exp. Parasitol.*, 1968, 23, 129-133.
- (169) IBÁÑEZ, C.; LÓPEZ GORGE, J.; MONTEOLIVA, M. Pirofosfatasa de parásitos intestinales, *Rev. Iber. Parasitol.*, 1970, 30, 3-23; 93-115.

Rosario Hermoso, diversos aspectos de la actividad bioquímica de estos parásitos intestinales en el cerdo, mediante el análisis del fluido perivisceral (170).

Federico Mayor, que durante este periodo trabajó durante una larga temporada en la Universidad de Oxford —y que más tarde alcanzaría el rectorado de la Universidad de Granada, iniciando así una fructífera carrera política, difícilmente compatible con la ciencia—, investigó con otros colaboradores en diversos temas de enzimología. Así, se interesó sobre la actividad de diversas enzimas (glutamato descarboxilasa, oxoglutarato aminotransferasa, etc), en la bacteria *Escherichia coli* (171); un estudio parecido fue efectuado sobre diversas levaduras (172). También se ocupó de la actividad de diferentes enzimas en diversas especies de plantas (*Cactaceae*, *Euphorbiaceae*, *Liliaceae* y *Amaryllidaceae*) (173); con García Peregrín se ocupó del efecto de diversos compuestos (como iodoacetamida) sobre la fosforilación del ácido mevalónico (174).

Ya en los años setenta, y antes de su traslado a Madrid, se ocupó Federico Mayor del aislamiento de diversos compuestos en *Pinus pinaster*, con vistas al esclarecimiento de la biosíntesis de los terpenos (175). Otra línea desarrollada fue la referente a la regulación de la glutamato

- 
- (170) MONTEOLIVA, M.; BENITO, M.; HERMOSO, R. Bioquímica del *Ascaris Lumbricoides*. Estudio estadístico del contenido en proteínas y hemoglobina en el líquido perivisceral, *Rev. Iber. Parasitol.*, 1974, 33, 515-524; HERMOSO, R.; MONTEOLIVA, M. Bioquímica del *Ascaris lumbricoides* de cerdos. Trehalosa y glucosa en el fluido perivisceral, *Rev. Iber. Parasitol.*, 1973, 33, 427-437.
- (171) GABALDÓN, M.; LACOMBA, T.; MAYOR, F. Aminobutyrate bypass system in *Escherichia coli*, *Rev. Esp. Fisiol.*, 1970, 26, 225-237.
- (172) NÚÑEZ DE CASTRO, I., UGARTE, M.; CANO, A.; MAYOR, F. Effect of glucose galactose and different N-sources on the reactivity of yeast glutamate dehydrogenase from normal strain and impaired respiration mutant, *Eur. J. Biochem.*, 1970, 16, 567-573.
- (173) SÁNCHEZ MEDINA, F.; MAYOR, F. L-glutamate 1-carboxylase and 4-aminobutyrate-2-oxoglutarate aminotransferase in succulent plants, *Rev. Esp. Fisiol.*, 1970, 26, 217-224.
- (174) GARCÍA PEREGRÍN, E.; MAYOR, F. Influence of some SH-containing reagents on the incorporation of mevalonic acid by *Pinus pinaster* seedlings. *Rev. Esp. Fisiol.*, 1970, 26, 209-214.
- (175) SUÁREZ, D.; GARCÍA PEREGRÍN, E.; MAYOR, F. Mevalonate kinase from *Pinus pinaster* seedlings, *Phytochemistry* 1974, 13, 1059-1063; MACHADO, A.; GARCÍA PEREGRÍN, E.; MAYOR, F. Synthesis of linalool and 4-terpeneol from carbon-14 labeled mevalonic acid in *Pinus pinaster*, *Plant. Sci. Lett.*, 1974, 2, 83-87.

deshidrogenasa en levaduras, estudiando el efecto de los inhibidores de la síntesis proteínica, la producción de ácido succínico, etc. (176)

Dentro del terreno de la Fisiología vegetal, Luis Recalde y Carlos Blesa realizaron en la Estación del Zaidín un extenso trabajo sobre algunos aspectos de las relaciones existentes entre metabolismo y crecimiento, estudiando la influencia de los ácidos cítrico, málico y ascórbico, así como del fosfato y de la glutatona. Los resultados de estas investigaciones se publicaron en varios artículos en los *Anales de Edafología* (177). Más tarde, Recalde dirigió una investigación en el mismo centro sobre las variaciones de concentración de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio y magnesio) en las almendras a lo largo del año (178).

También en la Estación del Zaidín, en su sección de Bioquímica, y bajo la dirección de Julio López Gorge y la supervisión de Federico Mayor, se realizaron en la primera mitad de los años setenta diversos trabajos entre los que destacan el estudio de la enzima fructosa 1,6 difosfatasa, aislada de hojas de espinacas, y la producción de nuevos antibióticos por parte de la bacteria *Pseudomonas reptilivora*, aislada de ciertos extractos vegetales (179).

La actividad científica de Gregorio Varela, catedrático de Fisiología Animal en la Facultad de Farmacia se desarrolló preferentemente en un conjunto de líneas próximas a la Bromatología. Así, estudió la influencia

- 
- (176) NÚÑEZ DE CASTRO, I.; ARIAS SAAVEDRA, J. M.; MACHADO, A.; MAYOR, F. Effect of inhibitors of mitochondrial protein synthesis on the NADH and NADPH glutamate dehydrogenases in yeast, *Mol. Cell. Biochem.*, 1974, 3, 109-111; LUPLIÁÑEZ, J. A.; MACHADO, A.; NÚÑEZ DE CASTRO, I.; MAYOR, F. Succinic acid production by yeasts grown under different hypoxic conditions, *Mol. Cell. Biochem.*, 1974, 3, 113-116.
- (177) RECALDE, L.; BLESA, C. Algunos aspectos de la relación existente entre metabolismo y crecimiento, *Anales Edafol. y Agrobiol.*, 1961, 20, 1-13; 15-21; 59-69; 119-128; 129-137; 378-386.
- (178) ESTEBAN, E.; GÓMEZ, M.; RECALDE, L. Variaciones anuales de los macronutrientes en la almendra, *Agrochimica*, 1969, 13, 336-346; 551-560.
- (179) LÁZARO, J. J.; CHUECA, A.; LÓPEZ GORGE, J.; MAYOR, F. Fructose 1,6-diphosphatase from spinach leaf chloroplasts. Purification and heterogeneity, *Phytochemistry*, 1974, 13, 2455-2461; DEL RIO, L.A.; OLIVARES, J.; BLESA, M. C.; MAYOR, F. Antibiotics from *Pseudomonas reptilivora*, *Antimicrob. Agents and Chemoter.*, 1972, 2, 186-188; 189-194.



de la dieta proteínica sobre la composición de la leche de las cabras, el contenido proteínico de las sardinas enlatadas y efecto de diversos compuestos de reconocidas propiedades laxantes sobre la digestibilidad de carbohidratos, grasas y proteínas (180). En estos temas colaboraría a veces con Monteoliva y Thomas.

En la Facultad de Medicina, Mundo Salvador se ocupó preferentemente del comportamiento de la amantadina sobre las contracciones musculares, estudiando la interacción de esta sustancia con la oxitocina y con la adrenalina (181).

## 6. *CONSIDERACIONES FINALES*

La investigación desarrollada en Granada a lo largo del dilatado periodo de setenta y cinco años considerado constituye una aportación especialmente importante dentro del conjunto de Andalucía, y sigue en líneas generales una evolución parecida al resto de la región (182), participando de las mismas limitaciones.

Es imposible predecir cómo hubiera evolucionado la investigación científica en Granada y en otras ciudades universitarias de características parecidas si la guerra civil no se hubiera producido. Lo cierto es que el panorama y las orientaciones cambiaron radicalmente en la postguerra, entrándose en un periodo donde el peso del CSIC fue muy importante, y dio origen a una investigación de mayor carácter aplicado, más vinculada

- 
- (180) VARELA, G.; LÓPEZ GRANDE, F.; BOZA, J. Valores de urea en la leche de cabras de Granada, *Agrochimica*, 1961, 6, 86-91; VARELA, G.; PUJOL, A.; MOREIRAS-VALERA, O. Valores biológicos de las proteínas de sardinas frescas y enlatadas, *Anales Bromatol.*, 1963, 15, 117-125; VARELA, G.; MOREIRAS-VALERA, O. Efecto de la acción laxante sobre la digestibilidad, *Anales Bromatol.*, 1962, 14, 119-134.
- (181) MUNDO SALVADOR, A. Action of amantadine on the rat uterus. Its interaction with oxytocin and the effects of several ionic modifications of the medium, *Eur. J. Pharmacol.*, 1975, 31, 38-43; MUNDO SALVADOR, A. Influencia de la amantadina sobre el efecto contráctil de la adrenalina en el bazo del gato, *Rev. Españ. Fisiol.*, 1972, 28, 261-264.
- (182) CANO PAVÓN, J. M. Evolución cuantitativa de la investigación química en Andalucía (1907-1990), *Revista de Estudios Andaluces*, 1992, 17, 207-214.

al entorno geográfico y a las actividades esencialmente agrícolas de la provincia. Esta situación se mantuvo más o menos estable hasta finales de los años sesenta. A partir de ese momento, la aportación de los centros universitarios se va a incrementar espectacularmente, dando origen a una actividad investigadora más variada y plural, con un aumento apreciable de los trabajos en Bioquímica, Fisiología y Química clínica. Parece incontestable que este incremento tuvo su causa esencial en el crecimiento en recursos humanos y materiales —estos últimos en menor medida— de los centros universitarios, y se dió en todo el conjunto de España de una forma bastante homogénea (183).

Este crecimiento no debe enmascarar el hecho de que, en gran parte, y al igual que ocurrió en otros lugares del Estado, la investigación que se realizaba no estaba suficientemente actualizada, presentando un apreciable retraso. Así, por ejemplo, la mayor parte de la investigación en Química Analítica se basaba en empleo de la espectrofotometría de absorción ultravioleta visible en análisis inorgánico, sin que se utilizaran otras técnicas de mayores posibilidades en aquel momento, como la absorción atómica; en Química Inorgánica se trabajó en complejos, pero no se abordó el estudio de complejos organometálicos, que constituían un campo muy prometedor en los comienzos de los setenta. En Química Orgánica se observa una escasa utilización de las modernas técnicas de elucidación estructural. Por otra parte, las investigaciones en Química Física y Química Técnica fueron casi inexistentes por diferentes motivos. Este retraso tiene su raíz principal en la escasez de recursos económicos, que determinaba que la instrumentación fuera escasa y anticuada, y que se tendiera a hacer una investigación poco ambiciosa. Estos problemas se han mantenido en la época posterior al periodo considerado, aunque en los últimos años se ha avanzado apreciablemente en la instrumentación. El crecimiento cuantitativo ha seguido siendo una constante en los últimos tiempos, así como la diversificación de grupos y líneas de trabajo, llegándose a una proliferación excesiva. Sin embargo, las conexiones de esta investigación con el tejido productivo

---

(183) CANO PAVÓN, J. M. Desarrollo actual de la investigación química española. Su conexión con el crecimiento de la enseñanza. In: J. L. Gómez Martínez y P. Chamizo Domínguez (eds). *España 1975-1990*, Ann. Arbor (Michigan), Edward Brothers Inc., 1991, pp. 167-168.

siguen siendo escasas, quizás debido en parte al débil desarrollo industrial de la región.

### *AGRADECIMIENTOS*

El autor quiere manifestar su agradecimiento al profesor Manuel Lachica, por los datos suministrados referentes a la Estación Experimental del Zaidín, y a José M. Cano García por la construcción informática de las figuras de este trabajo.