

EL ASENTAMIENTO DE EQUIPOS DE INVESTIGACION QUIMICA EN ESPAÑA, TRAS LA GUERRA CIVIL (1940-1965)

GERARDO PALAO POVEDA
C.P.R. de Yecla (Murcia)

RESUMEN

En el presente trabajo se ofrecen, mediante los datos facilitados principalmente por los artículos publicados en los Anales de la RSEFQ (Real Sociedad Española de Física y Química) y un informe de la OCDE, una panorámica de la organización institucional de la investigación química española de la postguerra y una relación de los equipos de investigación destacados en las distintas áreas de la Química, concretándose las instituciones y las zonas geográficas donde se asentaron dichos equipos; finalmente se incluye una breve biografía del investigador que lo dirigía y de los más destacados colaboradores del mismo.

ABSTRACT

In this paper it is offered, through the dates obtained mainly from the papers published in the Anales de la RSEFQ (Royal Spanish Society of Physics and Chemistry) and a report of the OCDE, a panoramic view of the institutional organization of the Spanish chemical research after the Civil War and a relation of the main research teams in the different chemical areas, appointing the institutional centers and geographical zones where these teams were established; finally it is enclosed a brief biography of the cap investigator and the more important members of his team.

Palabras clave: Química, España contemporánea, Equipos de investigación, Instituciones, Investigadores químicos.

Introducción

En varios trabajos del autor, ver G. Palao y otros (1984), G. Palao (1996), etc., se ha puesto de manifiesto el trauma que supuso la guerra civil para la investigación fisico-química española en general, tanto para las

instituciones, como para los investigadores e, incluso, para las líneas de investigación cultivadas antes de la contienda; la investigación química española no alcanzaría la relevancia internacional que tenía en esa época, salvo, lógicamente, en el paréntesis de la guerra mundial. La desaparición de numerosos investigadores, por depuraciones y exilio, trajo consigo la desaparición de equipos de investigación, como se demuestra en los trabajos de J.M. Cano Pavón (1993a) y de G. Palao (1997), pasándose a una investigación casi unipersonal, pero la recuperación del hábito de trabajo en equipo se produjo a lo largo del primer decenio de la postguerra, como se comprueba en ambos trabajos, mediante métodos bibliométricos, partiendo de datos diferentes.

El presente artículo es continuación del trabajo citado del autor, G. Palao (1997), y apoyándose principalmente en los datos de los Anales de la RSEFQ y en el informe de la OCDE de 1966, se propone conseguir los siguientes objetivos:

1º) Ofrecer una *visión del marco institucional de la investigación química* de la postguerra.

2º) Comprobar con datos concretos la validez de las conclusiones de dicho trabajo, ver G. Palao (1997), para ello se relatarán las *vicisitudes en la creación de los equipos de investigación* en las distintas áreas, tratando de identificar a los investigadores que los formaron y a sus discípulos o colaboradores más destacados, muchos de ellos impulsores de nuevos equipos.

3º) Ofrecer una *relación de los equipos más importantes* de investigación química, reunidos por áreas de investigación (para ser más fácilmente identificables), con indicación del principal investigador y del lugar e institución donde se asientan.

4º) Ofrecer algunas *breves biografías de los investigadores más destacados* de la época, indicando si habían realizado investigaciones antes de la guerra o iniciaban nuevas líneas de investigación.

Material y método

El informe de la OCDE de 1966 sobre *La investigación científica y Técnica y sus necesidades en relación con el desarrollo económico de España*, del que se han sacado las instituciones científicas relacionadas con la investigación química.

Se han utilizado los volúmenes 36 a 61 de los Anales de la RSEFQ, comprendidos entre los años 1940 y 1965, ambos inclusive, de los que se ha extraído todos los artículos firmados por uno o varios químicos españoles, solos o en colaboración con científicos extranjeros, dentro y fuera de nuestro país, para la identificación de los principales equipos de investigación y de los investigadores que los dirigieron, mediante análisis bibliométrico interno.

Los libros *Colaboradores e investigadores del CSIC* y *La investigación química española*, de M. Lora (1981), de los que se han extraído los apuntes bibliográficos.

1. El marco institucional de la investigación, entre 1940 y 1965

En este apartado intentaremos esbozar una panorámica general del desarrollo de la investigación científica en el período citado, analizando el armazón político subyacente al normal desarrollo de las investigaciones científicas. La estructuración de este apartado se hará comenzando por una breve referencia a las circunstancias políticas y económicas de la investigación española de la postguerra, junto con dos subcapítulos que abarcarán, respectivamente, su estructuración administrativa y un estudio pormenorizado de los distintos centros donde se realizó la investigación química.

La investigación científica antes de la guerra estaba estructurada alrededor de la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), una institución cuya labor se extiende desde 1907 a 1936. La idea clave en sus promotores se basaba en la necesidad de la formación de investigadores y del profesorado, enviando pensionados al extranjero para que estudiaran en los centros culturales y científicos más importantes del momento. Además se crearon centros de investigación, como el Centro de Estudios Históricos y el Instituto Nacional de Ciencias Físico- Naturales. A todo ello unió la JAE otros organismos y actividades en materia educativa, como la Residencia de Estudiantes, el Instituto Escuela y la Universidad de Verano.

Ya el 8 de diciembre de 1939 el gobierno franquista creaba el Instituto de España, como directivo de la alta cultura, en el mismo decreto en que se declaraba disuelta la JAE. El 24 de noviembre de 1939 se creaba el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para sustituir a la JAE, ocupando sus edificios, aunque no todas sus funciones. En la citada Ley se hablaba de *imponer con ayuda de la cultura las ideas esenciales que han inspirado nuestro glorioso Movimiento Nacional*, ideales cimentados en la *restauración de la clásica y cristiana unidad de las Ciencias*. Era, pues, el CSIC

una replica ideológica e institucional a la JAE y supliría a ésta como órgano canalizador de la investigación, sustituyendo el laicismo y variedad ideológica que imperaban en ella, por el claro confesionalismo. La consecuencia fue la separación de numerosos investigadores por exilio o depuración, con la consiguiente desaparición de equipos, y la dificultad de integrarse en la investigación personas de otras ideas, lo que supuso que investigaran y formaran sus equipos fuera de nuestro país.

De acuerdo con el Grupo Murciano de Investigación (1975), los aspectos más negativos del CSIC eran: La insuficiencia económica (que obligaba al pluriempleo), la ausencia de numerosos científicos de renombre (por depuración, exilio, etc.), la poca competencia de los universitarios, la falta de autonomía respecto al poder estatal (como tuvo la JAE), el componente ideológico anti-ciencia y pro-misticismo, la institucionalización de la censura, el modelo autoritario jerárquico (que dificultaba la transmisión de conocimientos y la capacidad de crítica), la separación de la actividad investigadora y docente, y el poco futuro que ofrecía el CSIC a los jóvenes investigadores (que solían utilizarlo como trampolín para alcanzar la cátedra u otros fines).

Entre los aspectos positivos, de acuerdo con M. Lora Tamayo (1981), tenemos: Favorecer la descentralización de la investigación (creando una red de centros en toda España), proyectar la investigación hacia la industria (incorporando lo técnico a sus cuadros de trabajo) y la creación del investigador profesional.

No siendo objeto de este trabajo el extendernos en los aspectos sociales, políticos o económicos de la investigación española, cerraremos el apartado refiriéndonos brevemente a estos últimos. De acuerdo con G. Palao (1990), la investigación realizada en la Universidad entre 1940 y 1965 no hubiera sido posible sin el esfuerzo y el ingenio del profesor, que venció la penuria de medios formando él mismo a sus ayudantes entre alumnos de los últimos cursos, en constante renovación por ir abandonando éstos la cátedra en busca de situaciones económicas mejores; haciendo él también los trabajos administrativos, gestionando ayudas económicas, dando clases teóricas y prácticas, improvisando material, etc. Todos estos esfuerzos restaban el tiempo y la tranquilidad para llevar adelante, con buen rendimiento, un programa de investigación. La situación era distinta, naturalmente, en las cátedras que habían logrado recursos extraordinarios o circunstanciales, por otros conductos diferentes.

Esta penuria de medios tuvo como consecuencia que no se crearan durante cierto tiempo equipos de investigación, pues no se realizaba investigación

experimental, así, por ejemplo, G. Palao (1991) recoge que en la Universidad de Murcia la mitad de los artículos publicados entre 1940 y 1945 eran de índole teórico, y J.M. Cano Pavón (1996) constata que hasta 1943 no aparece ninguna referencia a investigadores granadinos en el Chemical Abstracts.

La falta de medios económicos tuvo otras consecuencias, semejantes a las de la Universidad de Sevilla, recogidas por J.M. Cano Pavón (1993b), que afirma que *los medios del Instituto de la Grasa, del CSIC, aventajaban apreciablemente a los de la Facultad de Ciencias, por lo que muchos doctores y licenciados dejaron la Universidad para pasarse al Instituto, que les ofrecía estabilidad, buen sueldo y medios para investigar*, y añade que *esta situación se dio en todas las ciudades donde se crearon centros del Consejo, porque las únicas plazas bien remuneradas eran las cátedras y el resto del profesorado tenía que practicar el pluriempleo*.

Este hecho suponía, como es lógico, un factor de inestabilidad a la hora de formarse un verdadero equipo de investigación.

1.1. Estructuración administrativa de la investigación española

La investigación científica, como toda actividad humana con proyección netamente social, necesita para su desarrollo una potente base económica y una organización administrativa adecuada, para conseguir la optimización de los recursos de todo tipo que se destinan a ella. Conscientes de esto, el primer Gobierno de Franco la puso en marcha apenas acabada la guerra civil, como se ha visto, creando el CSIC, como institución básica y rectora de lo que sería el plantel general de la investigación científica española.

El CSIC quedaba integrado desde un principio en el *Ministerio de Educación*, siendo el Ministro de este Departamento la persona bajo cuya autoridad se encontraba toda la organización administrativa de aquél.

El *Ministerio de Agricultura* ha tenido sus organismos de investigación en el IRYDA, el ICONA y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias; el *Ministerio de la Gobernación* en la Escuela Nacional de Sanidad; los *Ministerios de Defensa* en el Instituto Geográfico Militar, el Instituto de Medicina Aeroespacial, el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, el Centro de Ensayos Hidrodinámicos, el Laboratorio y Taller de Investigación del Estado Mayor de la Armada, el Canal de Experimentación Hidrodinámica y el Centro de Estudios y Desarrollo de la Marina; el *Ministerio de Comercio* en el Instituto Español de Oceanografía; el *Ministerio de Industria* en el Instituto Geológico y Minero, la Junta de Energía Nuclear, el Centro de Estudios Técnicos de Materiales Espaciales y el Centro de Estudios Técnicos de la

Automoción; el *Ministerio de Obras Públicas* en el Centro de Estudios y Experimentación de Trabajos Públicos; el *Ministerio de la Vivienda* en su Sección de Experimentación y, finalmente, la *Secretaría Nacional del Movimiento* en el Instituto de Estudios Políticos, mediante su sección de Cultura Tecnológica.

Con esta estructuración administrativa, que pretendiendo ser vertebrada a través del CSIC se distribuía de forma tan heterogénea en organismos dependientes de los ministerios más dispares, la investigación española se vio envuelta en una mezcla de centralismo y dispersión, que llevaba consigo una estéril burocratización, denunciada repetidas veces por eminentes investigadores.

En un primer intento de establecer un mínimo de coordinación en el conjunto de la investigación científica española se creó, en 1958, durante el I Plan de Desarrollo, la *Comisión Asesora de la Investigación Científica y Técnica* (CAICYT), en la que participan miembros del Gobierno y representantes de otras instituciones como el INI, CSIC, Alto Estado Mayor, etc. La citada Comisión no tenía Centros propios de investigación, sino que las investigaciones programadas de acuerdo con sus propuestas se desarrollaban en los organismos de investigación científica ya constituidos, pudiendo encomendar a éstos, en casos especiales, su ampliación cuando era necesaria.

1.2. La investigación química en España

En este apartado trataremos de estudiar y evaluar los centros en que se ha llevado a cabo, principalmente, la investigación química en España y en los que se han producido alguno de los trabajos publicados en los Anales de la RSEFQ, distribuyéndolos en cinco grandes grupos, centros universitarios, centros del CSIC, centros estatales dependientes de Ministerios, centros industriales (estatales o privados) y otros centros (privados, extranjeros, etc.).

1.2.1. La investigación en los centros docentes superiores

Los centros docentes superiores, *Universidades y Escuelas Técnicas Superiores*, dependían del Ministerio de Educación y Ciencia a través de sendas Direcciones Generales. España estaba dividida en doce distritos universitarios: Barcelona, Granada, La Laguna, Madrid, Murcia, Oviedo, Salamanca, Santiago, Sevilla, Valencia, Valladolid y Zaragoza. En todas ellas había Facultades de Ciencias con Sección de Químicas, en cuatro había Facultades de Farmacia, en las que se realizaba también investigación química; las secciones de Físicas existían en seis universidades. En las no estatales no se produjeron trabajos que aparezcan en los Anales.

Dentro de la Universidad existían órganos diversos, como las secciones de investigación, entre las cuales figuraban las promovidas por el CSIC o subvencionadas por el mismo.

Respecto de las Escuelas Técnicas Superiores que nos interesen por la investigación química, tenemos las de Ingenieros Aeronáuticos y las de Ingenieros Industriales, la primera en Madrid y de las segundas en Madrid, Barcelona, Bilbao, Sevilla y Tarrasa.

La labor de investigación de las Escuelas, aparte de la que realizaban en el propio establecimiento, se encontraba bastante desplazada hacia los centros de especialidad afines, con los que tenían gran vinculación, como el Instituto de Técnica Aeroespacial, Laboratorios de Ensayos de Investigación Industrial *J.L. Torrontegui*, etc. Entre los centros de Enseñanza Técnica Superior no estatales merece citarse el Instituto Químico de Sarriá, en Barcelona.

Dentro del personal docente de las ETS interesa destacar a los Profesores de Laboratorio, creados en los años 60 y que tenían dedicación específica a la investigación.

Las diferencias de distribución geográfica, aparte del centralismo que se observa, son debidas también al número de Facultades, Escuelas y Cátedras que existían en cada distrito universitario. En parte debido a esta razón está el hecho de la distribución por disciplinas científicas, que da un porcentaje superior a la Química frente a la Física o la Biología, ya que existían doce Secciones de Química frente a seis de las otras dos disciplinas comentadas.

1.2.2. La investigación en el CSIC

Hacemos un estudio por separado del CSIC, respecto de otros centros estatales de investigación, por su importancia en cuanto al volumen del gasto y la cantidad de personal y Centros que dependían de él.

Como hemos visto, el CSIC dependía del Ministerio de Educación, fue creado con la misión de fomentar, orientar y coordinar la investigación científica en España, estando formado por siete Institutos, de los cuales se formaban tres grandes unidades superiores que eran la División de Humanidades, la División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza (que agrupaba a los Institutos *Alfonso el Sabio*, *Santiago Ramón y Cajal* y *Alonso de Herrera*) y el Patronato de Investigación Técnica e Industrial *Juan de la Cierva*. La investigación química se producía dentro de la División de Ciencias en el Instituto *Alfonso el Sabio*, principalmente, aunque se dio algo en los otros dos Institutos que formaban la División, sobre todo la

El *Ministerio de Obras Públicas* creó en 1957 el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, con la finalidad de estudiar todas las materias que tuvieran relación con las Obras y Servicios del Departamento, integrándose en él los Laboratorios de la Escuela de Ingenieros de Caminos y otros de nueva creación. La investigación en este Centro está poco relacionada con la Química, nos interesa únicamente el Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción y el Gabinete de Aplicaciones Nucleares, creado en 1960 y que se localizaba en el CNEN *Juan Vigón* anteriormente citado.

Finalmente en el *Ministerio de la Gobernación* los centros de investigación estaban relacionados con la Medicina, los del Ministerio de Vivienda se relacionaban con la Arquitectura, en los *Ministerios de Defensa Nacional* no se hacía investigación química (salvo en el del Aire, en el INTA) y, respecto a los centros del *Ministerio de Presidencia de Gobierno*, a través del Instituto Nacional de Industria (INI), los hemos agrupado en el apartado dedicado a la investigación en la industria, aunque no sea muy apropiado.

1.2.4. La investigación en los centros industriales

La España de la postguerra estaba devastada y aislada internacionalmente, por lo que inició una etapa autárquica en la que el Estado era el que impulsaba la industrialización del país, mediante la creación del *Instituto Nacional de Industria* (INI), en septiembre de 1941; éste agruparía a diversas empresas estatales que realizaron investigación química, como la Empresa Nacional Calvo Sotelo, creada en 1942 para aprovechar las pizarras bituminosas de Puertollano y que ampliaría sus investigaciones a la petroleoquímica; la Empresa Nacional Adaro, creada en 1942, para investigaciones mineras, contando sus Laboratorios con secciones de Química; la Empresa Auxiliar de Industria (AUXINI) creada en 1959 y que dependía de la División de Investigación Industrial de Piritas Españolas. La investigación de desarrollo era mayoritaria en las tres.

De menor importancia que las anteriores eran las empresas estatales Electroquímica de Flix (Tarragona) y los Laboratorios de la RENFE.

Las palabras de Antonio Rius Miró en la V Reunión Nacional de la RSEFQ hacían referencia a la necesidad de unir la aportación de la industria española, nula en ese momento, al esfuerzo realizado por el gobierno con la creación del CSIC. Lo que se confirma con los datos de E. Bayo (1970) quien, basándose en una encuesta realizada en numerosas industrias españolas, afirma que entre las industrias privadas eran pocas las que realizaban investigación, dedicándose a importar tecnología. En los Anales se recogen trabajos realizados principalmente en industrias catalanas como Aguas de Barcelona,

Catalana de Gas, Compañía Española del Vidrio, Cros, Prona, etc. y de otras zonas industriales como el Laboratorio Abelló de Madrid, Laboratorio Vitamex de Pasajes, la Fábrica de Ácidos J.A. Noguera de Valencia, etc., firmados normalmente por un solo autor, por lo que resulta dudoso el hablar de equipos de investigación en las mismas.

1.2.5. La investigación en otros centros

En este cajón de sastre se recogen los centros en los que se publicaron artículos en los Anales, y que no están en los anteriores apartados. Los más interesantes son los centros del extranjero, pues nos permiten saber la fecha y el lugar en que determinado investigador se estaba formando, con quien trabajaba y la línea de investigación en que se formaba, que traería posteriormente a España.

Pero no se puede hablar de equipos de investigación en centros extranjeros, pues los científicos españoles iban de paso, excepto en el caso de Julio Palacios, a quien sus ideas monárquicas acarrearón problemas en España y se fue a Lisboa en 1947 (para una estancia de un año que prolongó hasta su jubilación en 1961), allí creó un equipo de investigación en Electroquímica, del que fue su más importante colaborador Antonio Baptista.

De los centros españoles el más importante fue el Instituto Químico de Sarriá, en Barcelona.

2. Principales equipos de investigación

Hemos visto en los apartados anteriores cual era la estructuración administrativa de la investigación española, para concretar a continuación en qué centros se dio investigación química y en los que presumiblemente se asentaría algún equipo de investigación, por lo que nos resta solamente pasar a concretar cuales fueron los más importantes, por el número de trabajos publicados en los Anales de la RSEFQ.

Como resumen y complemento de todo lo expuesto en anteriores apartados se ofrece una descripción de cómo se fueron asentando los equipos de investigación en cada una de las áreas y subáreas de la investigación química española; incluyendo también una lista de los equipos de investigación más importantes que aparecen en las mismas, citando el centro donde se asentó y los investigadores más destacados. Debemos citar los siguientes:

J.F. García de la Banda era discípulo de O.R. Foz, se formó con W.E. Gardner y D.A. Dowden en Bristol, su colaborador más importante fue G. Kremenec. Consiguió el apoyo económico de las Fuerzas Aéreas USA para estudiar diversos catalizadores utilizados en el craqueo del petróleo.

- Universidad de Sevilla. J. Rodríguez de Velasco.

Julián Rodríguez de Velasco se formó con Dimroth en Würzburg, sus investigaciones fueron continuidad de las que venía realizando antes de la guerra y aparecieron en los Anales hasta los años 50. Entre sus colaboradores destacan J.M. Rodríguez de la Borbolla y J. Oliver.

- Universidad de Valladolid. S. Senent.

S. Senent era discípulo de A. Rius, formado con C.A. Coulson, consiguió la cátedra de Química Física en la Universidad de Valladolid, donde creó un equipo de investigación cuyas investigaciones abarcaron tanto la Cinética Química como la Química Cuántica. En el equipo aparece su hermano F. Senent, M.A. Herráez y F. Igea.

2.1.3. Espectroscopía

Los trabajos de esta subárea han aparecido tanto en los Anales de Física como en los de Química, y dentro de ésta se pueden situar en la Química Física o en la Química Analítica.

En la época anterior a la guerra destacaron las brillantes investigaciones de M.A. Catalán, cuyas aportaciones sobre la técnica e interpretación de espectros, con el descubrimiento de los multipletes (en su trabajo sobre el espectro del Manganeso), fueron reconocidas internacionalmente, citadas por Sommerfeld, le valieron el que se creara para él la cátedra de Estructura Atómico-Molecular y Espectroscopía de Madrid (en 1934). Junto a él estaban S. Piña de Rubies y J.M. López Azcona. Incomprensiblemente Catalán estuvo separado de la cátedra entre 1936 y 1946, en que se le repuso, murió en 1957 y sólo publicó 11 artículos en los Anales, en esta época, concretamente 10 de Física y 1 de Química; Piña de Rubies se exiló y perdimos a un gran investigador, sólo encontramos continuidad en las investigaciones que llevaría a cabo López Azcona.

Hay que tener en cuenta, en relación con las investigaciones de esta subárea, que hasta 1953 no existió en España un espectrofotómetro de infrarrojos, por lo que las investigaciones sobre la estructura molecular no empezaron hasta esa fecha, impulsadas por J. Morcillo.

- Instituto Rocasolano. Madrid. J. Morcillo.

J. Morcillo fue uno de los seleccionados por A. Ríos para formarse en Inglaterra y promover en nuestro país nuevas líneas de investigación, consiguió el primer espectrofotómetro de infrarrojos y comenzó a publicar trabajos desde 1954, tanto en los Anales de Física como en los de Química. Sus colaboradores fueron J. Herranz, J.M. Orza y Fernández Biarge. Su aportación sobre los tensores polares para interpretar intensidades de gases tuvo resonancia internacional.

- Instituto de Óptica Daza Valdés. Madrid. A. Hidalgo y J.M. López Azcona.

Como hemos dicho, J.M. López Azcona continuó sus investigaciones de antes de la guerra sobre espectros de emisión, trabajando en el Instituto Rocasolano y en el de Óptica, contó con la colaboración de A. Camuñas.

A. Hidalgo se formó con Cheutin en París y publicó casi siempre solo.

- Instituto Alonso Santa Cruz. Madrid. J.M. González Barredo.

2.1.4. Química Cuántica

Esta subárea es relativamente moderna, apareciendo trabajos en España a partir de mediados de los 50, coincidiendo con el desarrollo de la espectroscopía de infrarrojos.

- Universidad de Valencia. J.I. Fernández Alonso.

J.I. Fernández Alonso fue discípulo de T. Batuecas, se formó con Daudel en París, con L. Pauling en USA y con C.A. Coulson en Oxford. Trabajó en Biofísica y Bioquímica Molecular y en Farmacología Molecular (sustancias cancerígenas). Entre sus colaboradores destacan I. Estellés y R. Domingo.

- Universidad de Valladolid. S. Senent.

2.1.5. Termoquímica y Termodinámica

En esta subárea encontramos continuidad con las investigaciones de antes de la guerra, manteniéndose a unos niveles discretos de producción hasta los años 60, en que aumentó apreciablemente la producción recogida tanto en los Anales de Física como en los de Química.

La creación en 1944 del Instituto Rocasolano, entre A. Ríos y O. Foz, supuso poner las bases de una auténtica escuela de formación de investigadores, así M. Colomina se especializaría en Calorimetría, A. Pérez

exilio de investigadores de la categoría de A. García Banús, A. Madinaveitia, J. Giral, E. Vitoria, Pí Suñer, etc.

No obstante, dada la gran cantidad de investigadores de Química Orgánica que habían antes de la guerra, hay un buen número de ellos que siguen publicando tras la misma, como J. Pascual, G. Gallas, F. García González, I. Ribas, M. Lora, A. Santos, etc. por lo que podemos hablar de una cierta continuidad en las investigaciones de esta área, lo que se refleja según G. Palao (1997) en que en Orgánica se dan el mayor porcentaje de trabajos en colaboración tras la guerra (hay continuidad en los equipos), así como las elevadas cifras de referencias a autores españoles y de autorreferencias que presentan los trabajos publicados en los Anales.

Al igual que sucedió en Química Física, las más modernas líneas de investigación en esta área se introdujeron gracias a la política de formación de personal, mediante becas para trabajar en el extranjero, que tienen importancia a partir del segundo quinquenio (1946-50), como se ve por los artículos publicados en los Anales desde centros extranjeros. Entre los científicos formados citemos a F. García González (hidratos de carbono), A. Martín Municio (Bioquímica), F. Fariña (polímeros), Meléndez (estructura molecular y reactividad), R. Pérez Alvarez-Ossorio (mecanismos de reacciones), A. González (síntesis de nucleótidos), etc.

El auge que volvió a adquirir la Química Orgánica se refleja en que se separó del Instituto Alonso Barba del CSIC, el Instituto de Química Orgánica, del que salieron posteriormente los de Plásticos, Fermentaciones y Química Médica, en sucesivas ampliaciones. Finalmente acabarían asociados en el Instituto de Química, donde habían departamentos de Orgánica, Plásticos, Tecnología del Caucho, Fermentaciones Industriales, Agroquímica y Tecnología de Alimentos y Lipoquímica (estos cuatro últimos son interdisciplinarios con la Química Técnica).

2.2.1. Síntesis y análisis orgánicos

- Instituto Alonso Barba. CSIC. Madrid. M. Lora Tamayo.

Manuel Lora Tamayo fue becario de la JAE y se formó con Nicloux en Estrasburgo, en 1933 era catedrático de Orgánica en Sevilla, en 1942 consiguió la cátedra de Madrid, desde 1948 perteneció a la Academia de Ciencias, fue Ministro de Educación en 1962, cambiando el nombre del Ministerio por el de M. de Educación y Ciencia, impulsando la investigación, que se notaría en el espectacular aumento de las publicaciones, desde 1965.

M. Lora supo crear una escuela de investigación, como hiciera A. Rius en Química Física, realizando entre sus discípulos una labor de formación en nuevas líneas de investigación, así J.M. Viguera Lobo (Tecnología de Alimentos), R. Pérez Ossorio (Química Orgánica Teórica), J.L. Infiesta (Plásticos), R. Madroñero (Química Médica), A. Alberola (organometálicos y catalizadores), F. Fariña (quinonas y ácidos acrílicos), J.L. Soto (policiclos), etc. Otros colaboradores fueron A. Alemany, G. Baluja, C. Corral, D. Ayestarán, J. Royo, M. Pinar, etc.

- Universidad de Barcelona. J. Pascual Vila y F. Calvet.

J. Pascual Vila y F. Calvet formaban parte del magnífico equipo que formara en la Universidad barcelonesa el profesor A. García Banús antes de la guerra, y que continuó sus investigaciones tras el exilio de éste en Colombia.

J. Pascual Vila fue pensionado por las Facultades de Ciencias y Farmacia para formarse con el Premio Nobel Wieland en Friburgo; desempeñó la cátedra en Barcelona, Salamanca y Sevilla, continuando en Barcelona las investigaciones iniciadas en Sevilla antes de la guerra.

De sus numerosos colaboradores y discípulos podríamos destacar a M. Ballester Boix (radicales libres), R. Granados Jarque (catedrático en Valladolid y Granada), J. Castells (estereoquímica), F. Serratosa, J. Castañer, J.E. Faixat, etc.

- Universidad de Sevilla. F. García González.

Por la Universidad de Sevilla habían pasado M. Lora Tamayo y J. Pascual Vila, que sin duda contribuirían a crear el equipo de investigación tan prolífico que aparece en ella y que tiene como figura más representativa a F. García González, discípulo de Gonzalo Gallas Novas en la Universidad granadina, formado por los profesores Öhle y Heinz en Berlín, catedrático en La Laguna en 1934, pasaría posteriormente a la Universidad de Sevilla, donde realizó investigaciones sobre heterociclos. Entre sus discípulos tenemos a F.J. López Aparicio (catedrático de Granada), J.M. Fernández Bolaños, A. Gómez Sánchez, A. Vázquez Roncero y otros.

- Universidad de Salamanca. J. de Pascual Teresa.

J. de Pascual Teresa procedía de la Universidad de Valencia, se formó en la Escuela Superior de Zurich.

2.2.2. *Productos naturales*

- Instituto Ramón y Cajal. Madrid. A. Santos.

Este Instituto pasó a denominarse Instituto Español de Fisiología y Bioquímica (al tomar el nombre de Santiago Ramón y Cajal el Patronato de

2.2.3.2. Enzimoquímica

- Instituto de Química Orgánica. Madrid. M. Lora Tamayo.

Hubo una colaboración entre el Instituto de Química Orgánica del CSIC y la Universidad de Madrid, teniendo como investigadores destacados a M. Lora Tamayo y Eldiberto Fernández Álvarez, que era director del grupo de Enzimoquímica del CSIC, sus investigaciones se centraron en las fosfatasas y los inhibidores de reacción. En el amplio equipo se encuentran A. Martín Municio y G. Baluja, citados en Bioquímica, J. Calderón, M. Andreu, C. Corral, M. Panea, etc.

- Universidad de Barcelona. F. Calvet.

Fernando Calvet era discípulo de A. García Banús, becario en Oxford con F.D. Chattaway en 1928 y completando la formación con H. Wieland en 1932, catedrático de Bioquímica de la Universidad barcelonesa, estudió la digestión quimiotróptica, contando con la colaboración de J. Bozal, J. Roget y otros. En el Instituto Español de Farmacología Experimental de Barcelona, con N. Fernández siguió una línea de investigación sobre antihistamínicos.

- Instituto Español de Fisiología y Bioquímica. Madrid. M.D. Stamm.

María Dolores Stamm fue discípula de A. Santos, se formó con P. Carlson en el Instituto Max Planck, sus trabajos se dirigieron al estudio de hormonas de invertebrados.

2.2.3.3. Química Orgánica Médico-farmacéutica

- Instituto de Química. CSIC. Madrid.

- Universidad de Barcelona. F. Hernández Gutiérrez.

- Instituto de Investigaciones Médicas. Barcelona: J. Monche Escubós.

2.2.4. Química Orgánica Teórica

La mayoría de los trabajos de esta subárea aparecen a partir de 1955, en que podemos hablar de equipos de investigación específicos; es relativamente frecuente la colaboración entre éstos y otros equipos del CSIC (Espectroscopía y Radioquímica, sobre todo), por necesitar las investigaciones de medios más sofisticados que los habituales de los laboratorios universitarios. Las investigaciones en esta subárea son interdisciplinarias con las que hemos citado de la Química Cuántica.

- Instituto de Química Orgánica. CSIC. Madrid. R. Pérez Álvarez-Ossorio.

Rafael Pérez Álvarez-Ossorio fue discípulo de M. Lora, se formó con C.K. Ingold en Londres, trayendo a España, en 1954, las investigaciones sobre mecanismos de reacciones, posteriormente abriría otra línea de investigaciones en estereoquímica. En su equipo destacan F. Gómez Herrera, V. Sánchez del Olmo, M. Angoso y otros. Colaboraron con él J.M. Gamboa (del Instituto Rocasolano) y A. Hidalgo (del Instituto de óptica Daza Valdés).

- Universidad de Barcelona. M. Ballester Boix.

Manuel Ballester Boix era discípulo de J. Pascual Vila, inició sus investigaciones sobre cinética y mecanismos de reacciones, comenzó en 1954 una línea de investigación de compuestos perclorados, que sirvieron para iniciar la línea de radicales libres que le ha dado reconocimiento internacional. Un reactivo de percloración se denomina BMC, iniciales de Ballester y sus colaboradores Molina y Castañer, también formaba parte de su equipo J. Castells.

2.2.5. Plásticos y Polímeros

Esta subárea no se cultivó en la preguerra, surgió como una necesidad para el desarrollo del país, dada la importancia que adquirieron los plásticos en esta época en todo el mundo. Es una subárea interdisciplinar con la Catálisis (de Química Física) y con la Química Técnica, pues muchos polímeros y plásticos tienen interés industrial; este interés llevó a que Juan L. de la Ynfiesta creara en 1947 la Sección de Plásticos del CSIC, que en 1954 pasaría a formar el Departamento de Plásticos, que difundía sus trabajos en la industria merced a la publicación de la *Revista de Plásticos*.

Al ser nuevas las investigaciones en nuestro país se procedió a una amplia política de formación de personal en el extranjero, así J.L. de la Ynfiesta fue al Instituto de Química Física de Heidelberg (1952), Gonzalo Martín Guzmán a las Universidades de Birmingham (1954) y Notre Dame (Indiana, USA), José María Gómez Fatou a la Universidad de Florida (con L. Mandelkern, discípulo del Premio Nobel F.J. Flory) y en Glasgow, finalmente, en los años 60 salió A. Roig Muntaner a formarse en la Duke University (con W.R. Kiglaum) y en el Instituto Tecnológico de Massachussets (con W.H. Stockmayer).

- Departamento de Plásticos. CSIC. Madrid. J.L. de la Ynfiesta.

Juan L. de la Ynfiesta creó un numeroso equipo, del que saldrían otros varios, integrado por G. Martín Guzmán, J.M. Gómez Fatou, A. Roig Muntaner, J. Fontán

indicadores de oxiadsorción que alcanzaron resonancia internacional (como lo demuestra su correspondencia con Fajans). De sus numerosos colaboradores destacaron G. Asensi Mora (catedrático de la ETS de Ingenieros Industriales de Madrid), O. Carpena (que crearía en Murcia la primera cátedra de Química Agrícola de España), C. Sánchez Pedreño (que le sucedería en la cátedra), E. Monllor, J. Hernández Cañavate, L. Montaner, etc.

- Universidad de Barcelona. Facultad de Ciencias. F. Buscarons.

Francisco Buscarons Ubeda fue catedrático en Valladolid y de esta Universidad pasó a Barcelona, donde creó un importante equipo de investigación sobre reactivos orgánicos (descubriendo una reacción específica de reconocimiento de alcoholes), entre sus colaboradores tenemos a F. Capitán (que sería catedrático en Granada), E. Oriente, P. Mir Puig, E. Cassasas, J. Artigas y otros. F. Buscarons trabajó también en el Laboratorio Químico de Aduanas de Barcelona.

- Universidad de Barcelona. Facultad de Farmacia. F. Raurich.

Fidel Raurich Sas fue un investigador destacado de la preguerra, ocupó cargos en la RSEFQ, continuó tras la guerra sus investigaciones sobre análisis de medicamentos y volumetrías, colaborando con él F. Hernández Gutiérrez, F. Pulido Cuchí, G. Font Altaba y otros.

- Universidad de Santiago. Facultad de Ciencias. F. Bermejo.

Francisco Bermejo Martínez realizó investigaciones sobre aplicaciones de quelatos y microdeterminaciones, entre sus colaboradores tenemos a A. Prieto Bouza, R. Rey Martínez, M. Pazcastro, J. Flores de Ligondés, etc. Es autor de un libro de Química Analítica muy difundido y con amplias referencias a la investigación analítica española.

- Universidad de Santiago. Facultad de Farmacia. J. González Carreró.

J. González Carreró trabajó en volumetrías y polarografías, entre sus colaboradores tenemos a O. Carballido y J. Flores de Ligondés. Siguió otras líneas de investigación, relacionadas con la Química Industrial, con O. Carballido estudió la adsorción y con J. Bermejo la dureza de las aguas.

- Universidad de Valladolid. T. Gaspar Arnal.

Teófilo Gaspar Arnal, catedrático de Inorgánica, continuó sus investigaciones de antes de la guerra en el decenio siguiente, realizando trabajos interdisciplinarios con la Analítica, sobre determinaciones de aniones. Entre sus colaboradores destacan M. Santos Romero, A. Matesanz, J.M. Poggio Mejorana y J. Miner Liceaga.

- Universidad de Granada. F. Pino.
- Estación Experimental del Zaidín. A. Capitán.

Destaquemos en este apartado la colaboración que existió entre la Estación Experimental del Zaidín (del CSIC) y las Universidades de Madrid y Granada, o lo que es lo mismo, entre los equipos de F. Pino, F. Capitán y F. Burriel, que trabajaron en el campo de las investigaciones analíticas en Edafología.

- Junta de Energía Nuclear. Madrid. R. Fernández Cellini.

La Junta de Energía Nuclear empezó a funcionar en 1948, dependía del Ministerio de Industria y contaba con el mayor presupuesto entre las instituciones investigadoras españolas, por lo que sus investigaciones se realizaban con medios muy modernos. Ricardo Fernández Cellini dirigía el equipo de investigación en análisis, que contaría con destacados investigadores como L. Gascó, M. Pérez, J. Bermúdez Polonio, M. Roca Adell, H.G. Sanz, etc.

2.4. *Química Inorgánica*

Las investigaciones españolas en Química Inorgánica sufrieron un destacado retroceso tras la contienda, reflejo no sólo de un estancamiento general de dichas investigaciones, sino del hecho de que fue el área más afectada por la guerra, tanto por la muerte de una joven promesa como León le Boucher o el cese en las investigaciones, por depuraciones o exilio, de sus más destacados investigadores, como Enrique Moles Ormella o Miguel Crespí. Lo que supuso un descenso de los artículos publicados en términos numéricos y porcentuales; así, de acuerdo con M.A. Iniesta (1991) y G. Palao (1990), se pasó de 116 artículos para el decenio 1926-35 a sólo 56 en la época 1940-50, los porcentajes del 20 % se situaron en sólo el 10 % tras la guerra y llegaron a significar únicamente el 4'5 % en el tercer quinquenio de la postguerra (1951-55).

A partir de esta fecha comienzan a aparecer numerosos artículos en el extranjero, lo que nos indica que se estaban formando investigadores fuera de nuestro país, que crearían equipos y abrirían nuevas y modernas líneas de investigación, lo que llevó consigo una recuperación de esta área en los dos últimos quinquenios considerados (1956-65).

La subárea de investigación más cultivada fue la Edafología, siendo el Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal el centro más importante del CSIC, debido a la influencia de J.M. Albareda, que creó numerosas secciones del mismo en toda España. Por ejemplo, J.M. Cano Pavón (1996) afirma que la Sección de Edafología de Granada, la Estación Experimental del Zaidín, tuvo una *influencia abrumadora* en la investigación granadina hasta los años

Antonio Ríus creó una escuela de donde salieron los mejores investigadores en estas disciplinas (E. Costa, A. Vian, J. Ocón, J. Gutiérrez Jodrá, J.M. Martínez Moreno, J. Otero, etc.), que crearon posteriormente sus propios equipos, dando un buen nivel a las investigaciones de esta área y abriendo el paso para la proyección de los químicos españoles en la industria.

La Química Industrial Aplicada tuvo un notable impulso en la época de la autarquía en que se buscaba un mejor aprovechamiento de los productos nacionales (aceites, pescado, arroz, naranjas, etc.), tratando de convertir las industrias agroalimentarias de un nivel casero y con frecuentes pérdidas por mal procesamiento, en unas industrias de calidad; se mejoró el aprovechamiento de minerales y los procesos de obtención de metales; se iniciaron los estudios de silicatos (utilizados en cerámica y cemento), la petroquímica, los plásticos, la tecnología nuclear, etc., que ponían las bases del desarrollo industrial de nuestro país, que tendría lugar a partir de los años 60.

Para corroborar lo dicho, citemos los centros estatales creados para llevar a cabo nuevas investigaciones, en los que se asentaron uno o más equipos de investigación, como la Junta de Energía Nuclear (JEN), el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM), la Empresa Nacional *Calvo Sotelo* del INI (cuyo centro de investigaciones se denomina AUXINI), el Instituto de la Grasa de Sevilla, el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos de Valencia, el Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Sudeste en Murcia (IOATS), el Instituto de Plásticos y Caucho de Madrid, etc.

2.5.1. Ingeniería Química

- Universidad de Madrid. A. Ríus.

Antonio Ríus Miró fue el investigador más destacado de la postguerra, impulsor de la investigación española en Química Física y en Química Técnica, el equipo formado en su cátedra colaboró con el Instituto Rocasolano y con el Torres Quevedo (de Física Aplicada). Entre sus colaboradores destacan J. Ocón (catedrático en Santiago), A. Marín Górriz, D. Martín García y S. Cardona, en la línea de destilación; J.L. Otero de la Gándara (que en la JEN seguiría investigaciones analíticas e inorgánicas), J. Solé y J.R. Álvarez González, trabajando en equilibrios líquido-vapor y diagramas de solubilidad; A. Vián con quien trabajó en adsorción.

- Universidad de Valencia. E. Costa Novella.

Enrique Costa Novella se formó con el profesor Warren Kendall del Instituto Tecnológico de Massachussetts (MIT), fue catedrático en Valencia y Madrid y

siguió numerosas líneas de investigación, en los estudios sobre transferencia de materia y cinética aplicada contó con la colaboración de J. Bordería, A. Lázaro y A. Masía; dentro de la Química industrial con C. Payá investigó el cinabrio, con A. Soler y V. Ribes el dióxido de azufre y con A. Escardino las oxidaciones.

- Universidad de Santiago. J. Ocón.

Joaquín Ocón fue discípulo de A. Ríus, trabajando hasta 1952 en el Instituto Rocasolano, catedrático en Santiago desde 1953 creó un equipo en esta Universidad, que trabajó mezclas y equilibrios líquido-vapor. Entre sus colaboradores tenemos a G. Tojo, J. Espantoso y M. Lamela.

J. Ocón publicó con A. Vián un libro de Química Técnica.

2.5.2. Química Industrial

Son numerosos los centros españoles donde se realizó investigación en Química Industrial, agrupados en dos grandes zonas, los centros estatales de Madrid y las industrias catalanas. Los trabajos que se recogieron en los Anales fueron más bien escasos, corroborando que la investigación de desarrollo y aplicada en España era bastante deficiente en aquella época.

- Instituto Rocasolano. Madrid. A. Ríus (combustiones), J. Llopis (flotación de sulfuros), O.R. Foz y L. Gutiérrez Jodrá (vidrio), J.F. García de la Banda (petroleoquímica) y J.V. Rubio (pectografía).
- Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento. Madrid. J. Calleja y F. Burriel.
- CENIM. Madrid. J.A. Boned Sopena (sinterizados).
- Departamento de Plásticos. Madrid. J. Royo Iranzo (caucho).
- Instituto de Fermentaciones Industriales. Madrid. J.M. Garrido (grasas por microorganismos) y I. Mareca y J.F. Casas (vinos).
- Instituto Torres Quevedo. Madrid. C.S. Martín Pérez y M.T. Santos (aceites) y D. Martín y S. Cardona (grasas).
- Instituto Español de Fisiología y Bioquímica. Madrid. S. Borrell (leche).
- Piritas Españolas. AUXINI. A. Vián y C. Iriarte.
- Empresa Nacional Calvo Sotelo. J. Angulo (fermentaciones).

metabolismo de hongos, etc. Asesoró a la industria conservera creando la revista *Boletín informativo de frutas y conservas*. Entre sus colaboradores tenemos a J.A. Lozano Teruel (catedrático de Bioquímica), C. Pérez Sánchez, G. Guzmán, A. Ortuño, M.C. Bonmatí y otros.

- Laboratorio de Ensayos Industriales. Zaragoza. M. Tomeo.

Mariano Tomeo, que había trabajado antes de la guerra en el Instituto Forestal, continuó su labor desde 1940 en los Laboratorios zaragozanos de Ensayos Industriales y de Química Vegetal, dirigiendo sus investigaciones a las materias celulósicas nacionales (sarmiento, paja, cañas y juncos) con la colaboración de M. Peleato, J. Azofra, F. Mené, L. Herrero y otros.

E. Blanchard en el Instituto Santa Cruz de Zaragoza realizó estudios sobre fibras textiles.

2.5.5. Ingeniería nuclear

El gobierno español, consciente de la importancia de contar con tecnología nuclear propia creó, dependiendo del Ministerio de Industria, la Junta de Energía Nuclear, donde los equipos de investigación que se formaron contaron con los mejores medios económicos de la investigación española de la época. Los artículos publicados por la JEN comenzaron a aparecer en 1955, iban firmados casi siempre por numerosos autores y abarcaban las áreas de Inorgánica, Analítica y Química Física (la Radioquímica auxilió a ambas áreas) y la Química Técnica. Crearon su propia revista *Energía nuclear*.

- Junta de Energía Nuclear. Madrid. L. Gutiérrez Jodrá, J.L. Otero, etc.

Luis Gutiérrez Jodrá inició las investigaciones sobre purificación y concentración de disoluciones de minerales de Uranio, colaborando con la cátedra de Química Industrial, con A. Ríus, y A. Pérez Luiña y F. Oltra; prosiguió con A. Uriarte, B. López y M. Peramau.

Otro grupo lo formaron R. Fernández Cellini con M. Angoso, F. de la Cruz y S. Amer, investigando en análisis y separación de tierras raras.

J. Vera Palomino, A. Bellido, F. Palomares, M. López Rodríguez, R. Anca Abati y otros estudiaron la obtención de Uranio y otros elementos.

J.L. Otero de la Gándara estudió los diseños de reactores.

BIBLIOGRAFIA

BAYO, E. (1970) *El desafío en España*. Barcelona, Plaza y Janés.

CANO PAVON, J.M. (1993a) "Evolución cuantitativa de la investigación española en Química y materias afines, a partir de los datos del Chemical Abstracts (1907-1990)". *Llull*, 16(31), 479-492.

CANO PAVON, J.M. (1993b) *La Ciencia en Sevilla (siglos XVI-XX)*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

CANO PAVON, J.M. (1996) "La investigación en química en Granada en el siglo actual (1900- 1975)". *Dynamis*, 16, 317-367.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (1956) *Colaboradores e investigadores del CSIC*. Publicaciones generales del CSIC, Madrid.

GIRAL, F. (1989) *Ciencia española en el exilio*, 30. Aula de la Cultura Científica. Madrid, Amigos de la Cultura Científica.

GONZALEZ BLASCO, P. (1980) *El investigador científico en España*. Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas.

GRUPO MURCIANO DE INVESTIGACION (1975) "Investigación y democracia". *Triunfo*, 639, 26-31.

INIESTA, M.A. & VALERAM M. & MARSET, P. (1986) "Principales líneas de investigación en la Química española durante el primer tercio del siglo XX". En: M. Esteban Piñero et al. (coord.), *Estudios sobre Historia de la Ciencia y de la Técnica*. Valladolid, Junta de Castilla y León, pp. 1039-1054, vol. 2.

INIESTA, M.A. (1991) *La producción española en Química a través de los Anales de la R.S.E.F.Q., 1903-1937*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, Facultad de Ciencias.

INIESTA, M.A. & VALERA, M. & MARSET, P. (1989) "Estudio de las referencias contenidas en los artículos de Química publicados en los Anales de la RSEFQ durante el período 1903-1937". En: *Actas del V Congreso de la SEHCYT*, tomo II. Murcia, pp. 1034-1046.

LOPEZ FERNANDEZ, C. (1986 B) *La producción española en Física durante el franquismo (1940-1975), a través de los Anales de la RSEFQ*. Tesis Doctoral, Zaragoza.

LOPEZ PIÑERO, J.M. (1982) *La ciencia en la Historia Hispánica*. Barcelona, Salvat.

LOPEZ PIÑERO, J.M. (1972) *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica*. Valencia, CDIM.

LORA TAMAYO, M. (1981) *La investigación química española*. Madrid, Alhambra.

MARSET, P.; VALERA, M. & LOPEZ FERNANDEZ, C. (1986) "Repercusiones de la guerra civil española (1936-39) en la producción española en Física, a través de los Anales de la RSEFQ (1903-1975)". *Dynamis*, 1, 179-202.

O.C.D.E. (1966) *La investigación científica y técnica y sus necesidades en relación con el desarrollo económico de España*. Madrid, MEC.

PALAO, G. & LOPEZ FERNANDEZ, C. & VALER, M. (1984) "La guerra civil española y la investigación científica en Química". En: *Actas del III Congreso de la SEHCYT*, tomo 3. San Sebastián, pp. 395-411.