

# LA RECUPERACION DEL TRABAJO EN EQUIPO EN LA INVESTIGACION QUIMICA ESPAÑOLA DE LA POSTGUERRA (1940-1965), A TRAVES DE LOS ANALES DE LA R.S.E.F.Q.

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

## RESUMEN

*En el presente trabajo se estudia, mediante un análisis bibliométrico de los artículos publicados en los Anales de la RSEFQ (Real Sociedad Española de Física y Química), la evolución del trabajo en equipo en la investigación química española de la postguerra, de forma global y en las distintas áreas, concretándose también las instituciones y las zonas geográficas donde se asentaron los equipos de investigación.*

## ABSTRACT

*This paper studies, through the scientometrical analysis of the papers published in the Anales de la RSEFQ (Royal Spanish Society of Physics and Chemistry), the evolution of team work in the Spanish chemical research after the Civil War (1936-39), both generally and referred to the different areas, with indication of the institutional centers and geographical zones where the research teams were established.*

Palabras clave: Química, España, Siglo XX, Equipos de investigación, Bibliometría.

## 1. Introducción

Son numerosos los autores que como F. Giral [1989] o A. Pérez Vitoria [1983] han escrito sobre el trauma que supuso la guerra civil para la investigación española en general, llegando J.M. López Piñero [1982] a afirmar que el colapso científico que siguió a la contienda fue semejante al producido durante el reinado de Fernando VII. Por otra parte, basándose en los datos de los Anales de la RSEFQ, P. Maset y otros [1986] y C. López Fernández [1986] constatan este trauma en el terreno concreto de la

investigación física y G. Palao y otros [1984] lo comprueban en el caso de la investigación química, afirmando que se puede hablar de un reinicio de la misma tras la guerra civil.

En línea con los trabajos del grupo de investigación de la Universidad de Murcia, J.M. Cano Pavón [1993] cuantificó la producción española en Química a partir de los datos del *Chemical Abstracts*, llegando a unas conclusiones semejantes<sup>1</sup>, es decir, que la guerra civil no sólo supuso una disminución importante del número de artículos publicados y una bajada del porcentaje que suponía la investigación española respecto a la mundial (del 0'3 % de 1930 se pasó al 0'06 % en 1940), sino que hubo destrucción de los grupos de investigación existentes y se pasó a una investigación casi unipersonal, bajando la calidad de las publicaciones.

Sería interesante el comprobar hasta que punto la desaparición de numerosos investigadores, por depuraciones y exilio, tuvo su repercusión en los equipos de investigación formados antes de la contienda y, en consecuencia, en el hábito de trabajo en colaboración; y cómo y cuando se produjo la recuperación del mismo.

Los objetivos de este trabajo son el corroborar con nuevos datos la afirmación de J.M. Cano Pavón [1993] de que hubo una desaparición de equipos de investigación química y, consecuentemente, del trabajo en colaboración, tras la guerra; el estudiar la evolución de éste y su recuperación, tanto a nivel general como referido a las distintas áreas de investigación química; también el explicitar la procedencia institucional de los centros donde se realizó la investigación química y las zonas geográficas donde se produjeron los trabajos, pues ambas nos indican donde se asentaron los equipos de investigación.

## 2. Material y método

La elección de los *Anales de la RSEFQ* para tomar los datos de este trabajo se debe, como se ha expuesto en otros trabajos, a que los científicos españoles tuvieron en ella su mejor medio de difusión. Así, en el trabajo de J.M. Cano Pavón [1993] se demuestra que en el quinquenio 1945-50 sólo el 3'6 % de los trabajos de los investigadores químicos españoles se publicaron en revistas extranjeras y en el año 1965 suponían el 12'4 %. Por otra parte J.R. Alvarez-Ossorio demostró que los *Anales* son la revista española más representativa para la investigación química, pero a partir del citado año 1965 sería dudoso utilizarla como única fuente de información.

Para el análisis bibliométrico 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:

1. Todos los artículos firmados por uno o varios científicos españoles, solos o en colaboración con científicos extranjeros, dentro y fuera de nuestro país.

2. Una muestra de 307 artículos elaborada de forma que todas las áreas de la Química estén representadas por un número proporcional a su peso específico en los *Anales* (75 de Química Orgánica, 74 de Química Física, 58 de Analítica y 50 de Inorgánica y de Técnica). Esta muestra ha proporcionado un total de 3947 referencias bibliográficas.

Sometiendo los datos anteriores a técnicas bibliométricas adecuadas, externas e internas<sup>2</sup>, en el presente trabajo se ofrecen los aspectos siguientes:

- 1º) Evolución del número de artículos publicados en los *Anales*.
- 2º) Evolución de los artículos firmados por uno o más autores, en conjunto y en cada una de las áreas.
- 3º) Evolución de las autorreferencias de los artículos, en conjunto y para las áreas.
- 4º) Evolución de los índices de obsolescencia, en conjunto y para las distintas áreas.
- 5º) Procedencia institucional y geográfica de los artículos.

### 3. El impacto de la Guerra Civil

Repasando los aspectos puramente descriptivos y tratando de profundizar en la ruptura que produjo la guerra civil, bajo el prisma de los principales productores de antes y después de la misma, si nos referimos a los doce autores más prolíficos de la RSEFQ anteriores a la guerra, en la disciplina de la Química<sup>3</sup>, estos son E. Moles, J. Muñoz del Castillo, O. Fernández, S. Piña de Rubies, A. del Campo, J. Guzmán, A. Madinaveitia, A. García Banús, M. Crespí, C. del Fresno, J. Rodríguez Carracido y J. Rodríguez Moruelo. Los dos últimos fallecieron antes de la guerra, de los diez restantes hay seis que ya no publican nada tras la misma, tres publican un solo artículo (O. Fernández en 1943, C. del Fresno en 1944 y A. del Campo en 1945); sólo J. Guzmán tiene una labor más continuada, pues publica cinco artículos (en

1940, 1941, 1942 y 1946 (dos)), que supone una cota muy inferior a la de antes de la guerra.

Podemos completar la visión de acuerdo con la Tabla 1<sup>4</sup>, que además de los citados recoge a otros autores que su producción, aunque sea de Química Física, se ajusta más a la Física, como M.A. Catalán que sólo publicó un artículo tras la guerra, a los diez años de acabar la misma, lo que unido a la ausencia de S. Piña de Rubies, nos lleva a pensar que la espectroscopía sufrió un duro golpe; igual que la Inorgánica con la pérdida de E. Moles y M. Crespi y la poca producción de C. del Fresno. En general y como primera aproximación podemos suponer que con la desaparición de los investigadores destacados habría una desaparición de los equipos de investigación creados en su entorno.

La continuidad de la investigación la encontraríamos en las figuras de T. Batuecas, J. Pascual y F. Calvet (de Barcelona), que son de los pocos investigadores importantes de la primera época que no dejaron de publicar tras la guerra civil. Con ellos habían otros investigadores modestos que tomaron el relevo tras la guerra aumentando su producción e impulsando nuevos equipos, como era el caso de F. Burriel, A. Rius, M. Lora, etc. en Madrid, I. Ribas en Santiago, F. García González en Sevilla, F. Sierra en Murcia, etc.; además se fueron asentando equipos en los nuevos centros del CSIC creados entre 1945 y 1955 y en torno a las numerosas cátedras cubiertas entre 1940 y 1960 (a un ritmo de 30 por año), por eso para estudiar la evolución de los mismos debemos pasar al estudio bibliométrico.

#### **4. Evolución del trabajo en colaboración**

Concretando ya el plan de trabajo que acabamos de indicar, vamos a iniciarlo con un análisis bibliométrico externo de la totalidad de la producción española en Química, estudiando la evolución de la producción, la de los artículos en colaboración (en conjunto y por áreas temáticas) y la de la relación de artículos/autor, que nos muestre como se fueron asentando los equipos de investigación química. Continuaremos con un análisis interno que nos muestre la evolución de las autorreferencias de los artículos, para comprobar si hubo continuidad en las investigaciones de esos equipos y la obsolescencia de los artículos, para ver si existe continuidad entre las investigaciones anteriores y las posteriores a la guerra.

##### ***4.1 Evolución cronológica de la producción en Química***

Hecha la salvedad anterior, entre 1940 y 1965 se recogen en los Anales 2215 artículos firmados, al menos, por un español, ya sea en centros de

España o del extranjero, lo que da una media de 85'2 artículos por año. La producción anual de artículos va subiendo desde las modestas cotas de los años de la postguerra hasta llegar, en 1948, a la cifra de 104 artículos, que supera al número máximo de artículos producidos en algún año de la preguerra, que fueron 90 artículos en 1933 (ver Tabla 2). Este crecimiento continúa hasta 1954, y a partir de esta fecha se produce un estancamiento o ligero retroceso hasta el final de la época considerada.

Entrando en el análisis del número quinquenal de artículos y de la media anual quinquenal de éstos, recogidos en la Tabla 3, vemos que durante el primer quinquenio la media de 47'8 artículos por año es muy inferior a la del quinquenio anterior a la guerra, que fue de 78'2 artículos anuales; esta media se sobrepasa ampliamente en el segundo quinquenio, aumenta de nuevo en el tercero y sufre un retroceso en los quinquenios siguientes, aunque manteniéndose por encima de la época de la preguerra<sup>5</sup>.

#### **4.2. Trabajos en colaboración**

Pese al margen de error que pueda encerrar, el hecho de que un trabajo sea firmado en colaboración, máxime si es de naturaleza experimental, ha venido considerándose tradicionalmente como un primer indicador de calidad y como una tendencia hacia unas ciertas pausas positivas de trabajo, el trabajo en equipo; supone, por tanto, la existencia de equipos de investigación y lo podemos considerar como el indicador más relevante a la hora de detectar la existencia de los mismos.

Antes de estudiar la evolución de los trabajos en colaboración de la postguerra, debemos tener en cuenta las cifras que se dieron en la preguerra; de acuerdo con la Tabla 4, el número de trabajos en colaboración supusieron entonces el 55'5 %, de los cuales, los producidos por dos colaboradores suponen la mayoría, el 50'4 % frente al 5'1 % que fueron producidos por tres autores.

Viendo la distribución anual de los trabajos en equipo a partir de 1940, en la Tabla 5, y, sobre todo, la de períodos quinquenales y sus porcentajes correspondientes, en la Tabla 6, se observa una clara tendencia en la inmediata postguerra a volver al trabajo individual, cuyo porcentaje subió al 47'4 % durante el sexenio 1940-45, bajando los de colaboración al 52'6 %, lo que nos indica claramente que han desaparecido equipos de investigación, como suponíamos.

No obstante, el hábito de trabajo en equipo debía estar asumido por los investigadores químicos, ya que los porcentajes de trabajos en colaboración de

la preguerra se sobrepasaron en 1945, antes, incluso, de haberse alcanzado el ritmo de producción de aquella época. Lo cierto es que a partir del segundo quinquenio el hecho de trabajar en colaboración ha calado entre los investigadores, hasta tal punto, que los últimos años considerados el trabajar en equipo es casi una norma<sup>6</sup>.

Para tener una perspectiva más completa vamos a proceder a desmenuzar la evolución cronológica de los trabajos con arreglo al número de firmas, que han variado entre una y siete.

Analizando la evolución quinquenal porcentual, lo más característico de la Tabla 6 es el aumento constante de los trabajos producidos por tres autores, que pasan del 4'5 % del primer sexenio al 28'4 % del quinto quinquenio, cifra muy importante, que unida al aumento paralelo del número de trabajos firmados por cuatro o más autores, que pasa del 0'2 % en el segundo quinquenio al 11'1 % del quinto, nos da, sumando ambos porcentajes, un total de 39'5 % de trabajos producidos por más de tres autores durante el último quinquenio.

Concretando el estudio anterior en las distintas áreas de investigación, vemos que en términos globales y de acuerdo con la Tabla 7, los mayores porcentajes de trabajos en colaboración se dieron en las áreas de Química Orgánica, Analítica y Química Física.

Pasando al estudio de su evolución quinquenal, en las Tablas 8 y 9, encontramos que en el primer quinquenio los máximos porcentajes de trabajos en colaboración se dieron en las áreas de Química Física, Orgánica y Analítica, donde debió de haber más continuidad en los equipos de investigación de la preguerra. Los porcentajes mínimos se dieron en la Química Inorgánica, donde sin duda el impacto de la desaparición de equipos fue mayor<sup>7</sup>.

Podemos comprobar que hay una relación entre la producción de artículos en un área determinada y la existencia de equipos de investigación en la misma. Las áreas donde más pronto se asentó el trabajo en equipo son las más prolíficas, y la Inorgánica, donde los artículos firmados por un autor sólo son mayoría hasta el tercer quinquenio, es la menos importante de todas.

#### ***4.3. Estudio de la relación artículos/autor***

Este indicador bibliométrico nos permite comparar períodos cronológicos o áreas de investigación, cuando analicemos la optimización de los recursos humanos en cada momento y nos puede ser útil para completar la información

recibida referente a los trabajos realizados en colaboración a lo largo de los distintos quinquenios estudiados.

Entre los años 1940 y 1965 se publicaron un total de 2215 artículos firmados al menos por un español, siendo los autores firmantes un total de 1073, lo que nos da un promedio de 2'7 trabajos por autor.

Revisando la evolución quinquenal del número de artículos, vemos que se alcanza el máximo en el tercer quinquenio y luego disminuye ligeramente a lo largo de los dos últimos, de acuerdo con la Tabla 10, mientras que el número de autores siguió aumentando a lo largo del período considerado. Este hecho, junto con el aumento de la proporción de trabajos en equipo, citada en el apartado anterior, hace que la proporción de artículos por autor sufra una disminución a lo largo de los quinquenios, pasando de 1'71 artículos/autor para los años 1940-45, a 1'09 durante el quinquenio 1961-65.

El detalle de que la relación artículos /autor extendida a toda la época sea mayor que la correspondiente a cualquier quinquenio, nos confirma que una buena parte de la producción está concentrada en un significativo grupo de autores, que extienden su producción a lo largo de los quinquenios considerados, autores que sin duda serán los que aglutinen a su alrededor los equipos de investigación<sup>8</sup>.

#### **4.4. Autorreferencias**

El hecho de que un artículo tenga referencias bibliográficas y que la naturaleza de las mismas sea adecuada, ha sido considerado tradicionalmente como un indicador de calidad, pese a las limitaciones de dicha apreciación. Pero el analizar las referencias de una serie de artículos es fuente de informaciones que desbordan la de un simple indicador de calidad. Así, la presencia de autorreferencias en un trabajo es síntoma de estar apoyándose en otro trabajo previo del mismo autor, sobre idéntica materia, siendo por ello reflejo de la existencia de una escuela de investigación en torno a temas específicos, de ahí la importancia que les iremos concediendo.

Dado que el número de artículos publicados entre 1940 y 1965 que tuvieron referencias es enorme, y que el número de éstas es demasiado alto, la forma más racional de obviar esta importante dificultad es la elección de una muestra fielmente representativa de los mismos, concretamente 307 artículos (aproximadamente el 14 % del total).

Si consideramos primeramente la evolución del número de artículos que presentan autorreferencias y vemos su peso porcentual, de acuerdo con la Tabla 11, vemos que éstos van en aumento a lo largo de los quinquenios, pasando del porcentaje del 49'1 % en el primer quinquenio al 71 % en el segundo, se estabiliza en los dos siguientes y acaba representando el 88'7 % en el último quinquenio considerado.

Para completar la visión estudiamos la evolución de las propias autorreferencias, recogida en la Tabla 12, en la que vemos que en los 307 artículos citados hay 3947 referencias, de las cuales 579 son autorreferencias, lo que supone un 15 % aproximadamente. En la evolución de las autorreferencias por quinquenios, se ve un crecimiento rápido de las mismas del primer al segundo quinquenio, permanecen constantes en el tercero y suben bastante en los dos últimos quinquenios considerados.

Llegados a este punto es útil revisar los valores de otro indicador, el porcentaje que representan las autorreferencias en el total de las referencias, de acuerdo con la Tabla 12 vemos que tienen unos valores bajos los dos primeros quinquenios, sólo el 11'2 %, suben ligeramente en el tercero para, tras rápida subida en el cuarto, quedar en el 21'5 % en el último quinquenio.

De acuerdo con los últimos indicadores manejados, podemos afirmar que a lo largo de los años 40 se van creando equipos de investigación, que solidifican entre los años 50 y 60 y crecen ligeramente al final del período considerado.

Acabaremos el presente apartado dando una visión de conjunto, para las distintas áreas de investigación, de la evolución porcentual del número de artículos con autorreferencias, de acuerdo con la Tabla 13, las áreas donde el número de artículos con autorreferencias es mayor, al iniciarse el período considerado para nuestro estudio, son las de Química Física, Química Técnica y Química Orgánica, en las que más de la mitad de los artículos publicados llevan autorreferencias, en el quinquenio siguiente, 1946-50, hay una disminución en Q. Técnica, mientras que en Q. Física y Q. Orgánica se sobrepasan los porcentajes del 80 % de artículos con autorreferencias, siendo estas dos áreas, como hemos visto, donde el porcentaje de artículos firmados por más de un autor supera a los que llevan una sola firma, ya desde el primer quinquenio; ambos datos evidencian que las dos áreas citadas es donde se formaron más tempranamente los equipos y escuelas de investigación, lo que llevó a una mayor producción de artículos en las mismas.

Hay dos áreas que al final del tercer quinquenio no habían superado el 70 % de artículos con autorreferencias, la Q. Técnica y la Q. Inorgánica; en

ellas se dieron, en esa época, la mayor cantidad de artículos firmados por un solo autor, lo que nos indica que es donde más tardíamente se fueron formando los equipos de investigación, siendo la producción en estas áreas menor que la correspondiente a las áreas donde se formaron más tempranamente los equipos.

Para completar la visión de la evolución de las autorreferencias en las distintas áreas, veamos la media del número de autorreferencias por artículo, que está relacionada con la existencia de equipos de investigación, de acuerdo con la Tabla 14 la media más alta es la de Q. Orgánica, con 2'52 autorreferencias/artículo, le siguen la Q. Física y la Q. Técnica, con valores más bajos, quedando descolgadas la Q. Analítica y la Q. Inorgánica.

#### 4.5. *Obsolescencia*

El grado de obsolescencia de un artículo, relacionado con la antigüedad de las citas bibliográficas, nos da una idea de la mayor o menor actualidad de los contenidos temáticos de los artículos y, también, de la relación de los autores con otros de épocas anteriores.

Una vez calculados, con arreglo a criterios objetivos, los índices de obsolescencia de todos los artículos de la muestra, al agrupar éstos por períodos quinquenales mediante los valores promedios correspondientes, se obtiene una distribución cronológica, recogida en la Tabla 15, según la cual ha experimentado una serie de variaciones muy significativas.

En principio, es de observar que el valor correspondiente al primer quinquenio es muy elevado, 16, disminuyendo en los tres quinquenios siguientes. Si hacemos una revisión de los indicadores manejados, encontramos que el alto índice de obsolescencia de los años 40, junto con el bajo porcentaje de autorreferencias, nos dan una visión bastante deficiente de nuestra investigación en aquella época, en la que habían pocos equipos de investigación y no provenían del pasado inmediato, pues las referencias se sitúan en épocas muy distantes, dándole la razón a P. González Blasco (1980), que afirmaba que los matemáticos y los químicos españoles eran los menos influenciados por sus colegas de antes de la guerra.

Para matizar esta evolución de conjunto, vamos a estudiar la evolución del índice de obsolescencia en las distintas áreas temáticas y a lo largo de los períodos quinquenales, de acuerdo con la Tabla 16. En una primera aproximación observamos que en la época inicial los índices de obsolescencia más bajos corresponden a la Q. Orgánica y la Q. Física, y los más altos a la Q. Analítica, Q. Técnica y Q. Inorgánica, lo que nos confirma que la menor

influencia de los autores de antes de la guerra se dio en estas áreas, o que fue en ellas donde menos continuidad hubo en los equipos de investigación.

## 5. Procedencia institucional y geográfica de los artículos

Para poder concretar donde fueron arraigando los equipos de investigación debemos conocer la procedencia institucional y geográfica de los artículos publicados.

Antes de entrar en el estudio es imprescindible señalar que al ser práctica algo frecuente el realizar los trabajos de investigación en dos o más instituciones, a la hora de tabular datos, los artículos que tenían esta particularidad han sido clasificados simultáneamente en todas las instituciones o zonas geográficas en las que fueron firmados. Como consecuencia de ello no hay concordancia con los valores, dados anteriormente, del número de artículos publicados.

### 5.1 *Procedencia institucional*

Teniendo en cuenta esa posibilidad de clasificación múltiple, la producción química es equivalente a 2392 artículos, ver Tabla 17, de los cuales 1189 corresponden a la Universidad y suponen el 49'7 % del total, 915 se realizaron en el CSIC, o sea, el 38'3 %; uniendo ambos porcentajes las instituciones dependientes del Ministerio de Educación suman el 88 % de los trabajos producidos en España. El 12 % restante se lo distribuyen los centros estatales de investigación, a los que corresponden el 5'6 % de los trabajos, los centros privados o del extranjero son responsables del 4'6 % de los mismos y en la industria se realizó sólo el 1'8 %, tan escasa participación de los centros industriales en la investigación química española era uno de los problemas de la misma, reconocido por algunos destacados investigadores<sup>9</sup>.

Si pasamos ahora a analizar la distribución cronológica de la procedencia institucional, por períodos quinquenales, viendo la Tabla 17, encontramos que sólo durante el primer quinquenio el número de artículos producidos en el CSIC es superior a los producidos por la Universidad, con lo cual se estaba cumpliendo uno de sus objetivos, que era el de impulsar la investigación en nuestro país, es igualmente de destacar que el número de artículos producidos en la industria en esta época alcanza al 6'8 % del total, quizás porque en el período de la autarquía se fiaba más en la propia investigación y menos en las patentes extranjeras. Finalmente, la participación porcentual de otros centros

estatales de investigación supone el 8'4 %, que es una cifra muy alta en comparación con el período posterior, si exceptuamos el último quinquenio.

A partir del primer quinquenio la Universidad se situará a la cabeza de la investigación, bastante por encima del CSIC. En consecuencia, la mayoría de los equipos de investigación los encontraremos en estas dos instituciones.

## 5.2 *Procedencia geográfica*

Debemos comenzar haciendo alusión al deseo, tanto de la RSEFQ como del CSIC, de iniciar una descentralización de la actividad investigadora<sup>10</sup>, fomentando y promoviendo centros de investigación en todos los puntos del territorio español donde las circunstancias hubieran creado un clima apto para su establecimiento, o donde se considerara conveniente el promoverla. De aquí que sea interesante el estudiar la procedencia geográfica de los artículos, para ver el grado de descentralización de la producción química española y, posteriormente, localizar en las distintas zonas a los equipos más destacados.

De nuevo, como en el apartado anterior, cabe la posibilidad de un mismo artículo vaya firmado por instituciones situadas en distintas zonas geográficas. Además, para facilitar la labor se han considerado sólo 12 posibilidades: Madrid, Cataluña, Valencia (con Baleares), Andalucía (con Extremadura), Castilla (con León, Rioja y Cantabria), País Vasco (con Navarra), Murcia, Aragón, Galicia, Asturias, Canarias y el extranjero. En todas ellas había, en aquella época, al menos una Universidad estatal, excepto en el País Vasco y Navarra que era privada, pero tiene suficiente entidad esta zona para que la consideremos aparte.

Si comenzamos por estudiar la producción global por zonas, de acuerdo con la Tabla 18, nos encontramos que en Madrid se producen 1069 artículos de los 2290 producidos en toda España, lo que supone el 46'7 % del total, que en una primera aproximación nos parece demasiado, confirmándonos en la idea de la centralización de la investigación española en la capital del Estado, que es donde residían la mayor parte de los centros públicos de investigación. Las otras zonas contribuyeron en una proporción variable, más o menos proporcional a su población y desarrollo económico, excepto en el País Vasco y Asturias, cuya contribución es muy escasa.

Pasando ahora al estudio pormenorizado de la evolución quinquenal de la producción en las distintas zonas geográficas, nos encontramos que la producción en Madrid disminuye entre el primer y el tercer quinquenio, aumentando progresivamente en los dos últimos; esta evolución es opuesta a

la de la Universidad, que comentamos (ver Tabla 18), lo que nos confirma en la idea de que la descentralización de la investigación está en función de la existencia de Universidades, que es la institución más descentralizada que existe, por su propia estructura.

Por otra parte, la investigación está muy ligada a la existencia de equipos que la lleven a cabo en las diversas instituciones, y éstos se forman alrededor de figuras relevantes, que son los que inician las líneas de investigación. La desaparición o traslado de un investigador notable puede suponer la desaparición de un equipo y una baja en la producción de una institución e incluso de la zona en que se encontraba. Así, tenemos en Murcia la formación de equipos de investigación en torno a los profesores F. Sierra, J. Sancho y A. Soler, que hacen que la producción de esta Universidad sea importante a partir del segundo quinquenio; caso opuesto es el de Aragón, donde A. Ara Blesa, M. Tomeo y otros investigadores dejaron de publicar en el segundo quinquenio, bajando la producción de la zona hasta no producirse artículos en el último quinquenio (al menos que se recojan en los Anales).

## 6. Conclusiones

Resumiendo las ideas que se desprenden del estudio realizado hasta ahora, vemos que:

1º) Al acabar la guerra hay una disminución tanto de los trabajos en colaboración, como del número de autores por artículo, lo que indica que habían desaparecido equipos de investigación.

2º) Desde la inmediata postguerra hay un aumento en la tendencia a trabajar en equipo en el conjunto de los investigadores químicos españoles, debido fundamentalmente al alza que experimentan las colaboraciones múltiples publicadas, en detrimento de las individuales y a la disminución de artículos por autor. Además este hábito de trabajo en equipo debía estar enraizado en los investigadores, pues se recuperan los porcentajes de trabajos en colaboración de la preguerra, antes de que se alcanzara el nivel de producción de artículos de aquella época.

3º) Los equipos formados tienen poca continuidad respecto a los de antes de la guerra porque los artículos llevan inicialmente un bajo porcentaje de autorreferencias y, además, los índices de obsolescencia de los artículos son muy elevados, no se corresponden con los años inmediatos de la preguerra. Observamos que en la época inicial los índices de obsolescencia más bajos

corresponden a Q. Orgánica y Q. Física y los más altos a Analítica, Técnica e Inorgánica, lo que nos confirma que la menor influencia de los equipos de investigación anteriores a la guerra se dio en estas tres áreas.

4º) Refiriéndonos al período inmediato posterior a la guerra, en las áreas de Q. Orgánica y Q. Física encontramos los mayores porcentajes de trabajos en colaboración y de trabajos por autor y el mayor número de artículos con autorreferencias, lo que indica claramente que en estas dos áreas se habían asentado desde el principio equipos de investigación. Por otra parte encontramos en ambas áreas los mayores porcentajes de autorreferencias por artículo y el menor índice de obsolescencia de los mismos, lo que indica que no sólo habían equipos de investigación, sino que tenían continuidad con los de antes de la guerra. Los indicadores más negativos y el asentamiento más tardío de los equipos se dio en el área de Q. Inorgánica, justo la que sufrió un impacto más negativo de la guerra en sus investigadores.

5º) Hay una relación entre el número de artículos producidos en un área determinada y la existencia de equipos de investigación en la misma. En consecuencia, en Q. Física y en Q. Orgánica se dan la mayor cantidad de artículos producidos y la menor se da en Inorgánica.

6º) El CSIC cumplió su misión de fomentar la investigación química y su producción es mayoritaria en el primer quinquenio, a partir de éste la Universidad se situará en cabeza de la investigación, la mayoría de los equipos de investigación se encuentran en estas dos instituciones, a cierta distancia tenemos otros centros estatales dependientes de Ministerios y, como nota negativa, los únicos equipos que aparecen en la industria, están en centros paraestatales (del INI, normalmente).

7º) La investigación química española está muy centralizada, la mayoría de centros del CSIC, de los Ministerios y del INI se encuentran en Madrid, la mencionada dotación de cátedras universitarias favoreció la creación de equipos de investigación en las distintas Universidades, siendo el principal factor que favoreció la descentralización.

Tabla 1. *Relación de los autores químicos más prolíficos de la preguerra*

<i>Autor</i>	<i>Artículos publicados</i>	<i>Area</i>	<i>Período 1940-65</i>
E. Moles	111	QI-QF	NO PUBLICA
J. Muñoz del Castillo	76	QA	NO PUBLICA
S. Piña de Rubies	61	QF	NO PUBLICA
O. Fernández	42	QO	1 ART.
J. Palacios	40	QF	SI
J. Guzmán	40	QF	SI
A. del Campo	36	QA	1 ART.
M.A. Catalán	34	QF	1 ART.
A. Madinaveitia	33	QO	NO PUBLICA
A. García Banús	28	QO	NO PUBLICA
E. Hauser	28	QT	NO PUBLICA
M. Crespi	25	QF-QI	NO PUBLICA
J. Rodríguez Carracido	24	QO	(+)
J. Rodríguez Moruelo	22	Q	(+)
C. del Fresno	22	QI	1 ART.
J.M. Clavera	20	QA	NO PUBLICA
J. Casares	19	QA	NO PUBLICA
T. Batuecas	19	QF	SI
F. Giral	19	QO	NO PUBLICA
E. Jimeno	19	QT-QF	SI
F. Díaz de Rada	18	QA	NO PUBLICA
J. Pascual	18	QO	SI
J. Ranedo	18	QO	SI
F. Calvet	17	QO	SI
J.M. Pertierra	17	QT	SI
J. Puyal	17	QO	NO PUBLICA
F. Moreno Martín	16	QA	SI

FUENTE: P. Marset & M. Valera y elaboración propia.

Tabla 2. *Evolución anual del número de artículos publicados por autores españoles en los Anales de la R.S.E.F.Q. entre 1931 y 1965*

<i>Epoca</i>	<i>Año</i>	<i>Artículos</i>	<i>Año</i>	<i>Artículos</i>
Preguerra	1931	62	1932	82
	1933	90	1934	85
	1935	72		
Guerra	1936	51	1937	9
	1938	-	1939	-
Postguerra	1940	30	1953	121
	1941	40	1954	125
	1942	23	1955	86
	1943	34	1956	95
	1944	73	1957	92
	1945	87	1958	98
	1946	76	1959	96
	1947	80	1960	95
	1948	104	1961	96
	1949	109	1962	91
	1950	80	1963	85
	1951	123	1964	88
	1952	98	1965	90

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 3. *Evolución quinquenal del número de artículos de Química y de la media de los mismos, entre 1931 y 1965*

<i>Quinquenio</i>	<i>Nº de artículos</i>	<i>Media anual</i>
1931-35	391	78'2
1936-39	60	15
1940-45	287	47'8
1946-50	449	89'8
1951-55	553	112'6
1956-60	476	96'6
1961-65	450	90'4

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 4. *Relaciones numérica y porcentual de artículos producidos durante el quinquenio de la preguerra (1931-1935).*

<i>Quinquenio</i>	<i>1 Aut.</i>	<i>2 Aut.</i>	<i>3 Aut.</i>	<i>Total</i>
1931-1935	174	197	20	391
%	44'5	50'4	5'1	
Media (Art/Año)				78'2

FUENTE: M<sup>a</sup> Angeles Iniesta.

Tabla 5. *Evolución anual del número de artículos de Química publicados en los Anales y producidos por científicos españoles*

<i>Año</i>	<i>Total</i>	<i>1 Aut.</i>	<i>%</i>	<i>2 Aut.</i>	<i>%</i>	<i>3 Aut.</i>	<i>%</i>	<i>4 ó más</i>	<i>%</i>
1940	30	19	63'3	11	36'7	-	-	-	-
1941	40	24	62'5	15	35	1	2'5	-	-
1942	23	11	47'8	12	52'2	-	-	-	-
1943	34	16	47'1	16	47'1	2	5'8	-	-
1944	73	30	42'5	40	54'8	3	2'7	-	-
1945	87	36	42'5	44	49'4	7	8'1	-	-
1946	76	28	38'4	41	52	7	9'6	-	-
1947	80	27	32'9	47	59'5	6	7'6	-	-
1948	104	21	20'2	74	71'1	9	8'7	-	-
1949	109	21	19'3	71	65'1	16	14'7	1	0'9
1950	80	8	10	61	76'5	11	13'5	-	-
1951	123	21	17'1	76	61'8	25	20'3	1	0'8
1952	98	18	18'4	57	58'2	21	21'4	2	2
1953	121	20	16'5	67	55'4	28	23'1	6	5
1954	125	23	18'4	79	63'2	21	16'8	2	1'6
1955	86	17	19'8	49	57	18	20'9	2	2'3
1956	95	11	11'6	54	56'8	28	29'5	2	2'1
1957	92	15	16'3	52	56'5	23	25	2	2'2
1958	98	13	13'3	56	57'1	26	26'5	3	3'1
1959	96	7	7'3	57	59'4	24	25	8	8'3
1960	95	5	5'3	58	61'1	23	24'2	9	9'5
1961	96	9	9'4	48	50	25	26	14	14'6
1962	91	10	11	41	45	28	30'8	12	13'2
1963	85	7	8'2	41	48'2	30	35'4	7	8'2
1964	88	19	21'6	37	42	24	27'3	8	9'1
1965	90	16	17'8	44	48'9	21	23'3	9	10

Total: 2215 art.      Media : 85'2 art/año

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 6. *Evolución quinquenal de los artículos de Química realizados en colaboración*

I. *Valores absolutos*

<i>Quinquenios</i>	<i>1 Autor</i>	<i>2 Autores</i>	<i>3 Autores</i>	<i>4 ó más aut.</i>
1940-1945	136	138	13	-
1946-1950	105	294	49	1
1951-1955	99	328	113	13
1956-1960	51	277	124	24
1961-1965	61	211	128	50
TOTAL	452	1248	427	88

II. *Valores porcentuales*

1940-1945	47'4	48'1	4'5	-
1946-1950	23'4	65'5	10'9	0'2
1951-1955	17'9	59'3	20'4	2'4
1956-1960	10'7	58'2	26'1	5
1961-1965	13'6	46'9	28'4	11'1
GLOBAL	20'4	56'3	19'3	4

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 7. *Relación de artículos producidos por 1, 2, 3 y 4 ó más autores, en las distintas áreas*

I. *Valores absolutos*

<i>Areas</i>	<i>1 Autor</i>	<i>2 Autores</i>	<i>3 Autores</i>	<i>4 ó más</i>	<i>Total</i>
Q. Física	111	321	96	22	550
Q. Orgánica	108	364	152	32	656
Q. Analítica	87	310	76	3	476
Q. Inorgánica	53	94	24	6	177
Q. Técnica	80	159	79	25	343

II. *Valores porcentuales*

Q. Física	20'2	58'4	17'4	4
Q. Orgánica	16'5	55'5	23'2	4'9
Q. Analítica	18'3	65'1	16	0'6
Q. Inorgánica	29'9	53'1	13'6	3'4
Q. Técnica	23'3	46'4	23	7'3

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 8. *Artículos en colaboración. Distribución quinquenal por áreas temáticas*

	1940-45	1946-50	1951-55	1956-60	1961-65
<b>1. Química Física</b>					
1 Autor	29	19	33	13	17
2 Autores	49	69	86	72	45
3 Autores	1	15	31	20	29
4 ó más	-	-	2	3	17
<b>2. Química Técnica</b>					
1 Autor	27	27	13	9	4
2 Autores	14	34	57	23	31
3 Autores	2	6	33	22	16
4 ó más	-	1	10	3	11
<b>3. Química Orgánica</b>					
1 Autor	33	18	29	11	17
2 Autores	42	79	87	99	57
3 Autores	6	18	35	47	46
4 ó más	-	-	1	16	15
<b>4. Química Analítica</b>					
1 Autor	21	24	19	8	15
2 Autores	27	101	79	48	55
3 Autores	1	8	13	23	31
4 ó más	-	-	-	1	2
<b>5. Química Inorgánica</b>					
1 Autor	21	13	5	8	6
2 Autores	6	11	19	35	23
3 Autores	3	2	1	12	6
4 ó más	-	-	-	1	5

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 9. Artículos en colaboración. Distribución porcentual

	1940-45	1946-50	1951-55	1956-60	1961-65
<b>1. Química Física</b>					
1 Autor	36'7	18'4	21'7	12	15'7
2 Autores	62	67	56'6	66'7	41'7
3 Autores	1'3	14'6	20'4	18'5	26'9
4 ó más	0	0	1'3	2'8	15'7
<b>2. Química Técnica</b>					
1 Autor	62'8	39'7	11'5	15'8	6'5
2 Autores	32'6	50	50'4	40'3	50
3 Autores	4'6	8'8	29'2	38'6	25'8
4 ó más	0	1'5	8'9	5'3	17'7
<b>3. Química Orgánica</b>					
1 Autor	40'7	15'7	19'1	6'4	12'6
2 Autores	51'9	68'7	57'2	57'2	42'2
3 Autores	7'4	15'6	23	27'2	34'1
4 ó más	0	0	0'7	9'2	11'1
<b>4. Química Analítica</b>					
1 Autor	42'9	18	17'1	10'1	14'6
2 Autores	55'1	76	71'2	60	53'4
3 Autores	2	6	11'7	28'8	30'1
4 ó más	0	0	0	1'2	1'9
<b>5. Química Inorgánica</b>					
1 Autor	70	50	20	14'3	15
2 Autores	20	42'3	76	62'5	57'5
3 Autores	10	7'7	4	21'4	15
4 ó más	0	0	0	1'8	12'5

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 10. *Evolución quinquenal de artículos publicados, de autores y de la relación artículos/autor*

<i>Quinquenios</i>	<i>Artículos</i>	<i>Autores</i>	<i>Art./Autor</i>
1940-45	287	168	1'71
1946-50	449	281	1'6
1951-55	553	375	1'5
1956-60	476	397	1'22
1961-65	450	415	1'09
Total	2215	1073	2'1

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 11. *Evolución quinquenal de artículos con bibliografía y autorreferencias*

<i>Quinquenio</i>	<i>Artículos</i>	<i>Con bibliografía</i>	<i>Con autorreferencias</i>
1940-45	59	57 (96'6 %)	29 (49'1 %)
1946-50	62	60 (96'8 %)	44 (71 %)
1951-55	62	62 (100 %)	48 (77'4 %)
1956-60	62	62	48 (77'4 %)
1961-65	62	62	55 (88'7 %)
Total	307	304 (97'8 %)	224 (73 %)

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 12. *Evolución quinquenal de las referencias idiomáticas de los artículos*

*I. Valores absolutos*

<i>Quinquenios</i>	<i>E</i>	<i>EA</i>	<i>A</i>	<i>I</i>	<i>F</i>	<i>It</i>	<i>Ot</i>	<i>Total</i>
1940-45	31	65	264	142	38	23	18	581
1946-50	59	102	266	328	90	17	52	914
1951-55	41	104	206	366	59	18	53	847
1956-60	28	142	135	382	54	6	32	779
1961-65	41	166	107	383	38	20	71	826
Total	200	579	978	1601	279	84	226	3947

*II. Valores porcentuales*

<i>Quinquenios</i>	<i>E</i>	<i>EA</i>	<i>A</i>	<i>I</i>	<i>F</i>	<i>It</i>	<i>Ot</i>
1940-45	5'3	11'2	45'4	24'4	6'5	4	3'1
1946-50	6'5	11'2	29'1	35'9	9'8	1'9	5'7
1951-55	4'8	12'3	24'3	43'2	7	2'1	6'3
1956-60	3'6	18'2	17'3	49	6'9	0'8	4'1
1961-65	6	20'1	13	46'4	4'6	2'4	8'6
Total	5'07	14'67	24'78	40'56	7'07	2'13	5'73

Abreviatura: EA = Español (Autorreferencia)

E = Español

A = Alemán

I = Inglés

F = Francés

It = Italiano

Ot = Otros idiomas

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 13. *Evolución quinquenal de artículos con autorreferencias, por áreas**I. Valores absolutos*

<i>Quinquenios</i>	<i>QF</i>	<i>QO</i>	<i>QA</i>	<i>QT</i>	<i>QI</i>
1940-45	9	8	3	6	3
1946-50	12	13	8	4	7
1951-55	11	12	11	7	7
1956-60	11	12	9	8	8
1961-65	14	13	10	10	8

*II. Valores porcentuales*

<i>Quinquenios</i>	<i>QF</i>	<i>QO</i>	<i>QA</i>	<i>QT</i>	<i>QI</i>
1940-45	64'3	53'3	30	60	30
1946-50	80	86'7	66'7	40	70
1951-55	73'3	80	91'7	70	70
1956-60	73'3	80	75	80	80
1961-65	93'3	86'7	83'3	90'9	88'9

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 14. *Relación de autorreferencias/artículo en las distintas áreas*

	<i>Artículos</i>	<i>Autorreferencias</i>	<i>Aut./Art.</i>
QF	74	145	1'96
QO	75	189	2'52
QA	58	84	1'45
QT	50	88	1'76
QI	50	78	1'56

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 15. *Evolución quinquenal del índice de obsolescencia medio*

<i>Quinquenio</i>	<i>Índice de obsolescencia</i>
1940-45	16
1946-50	12'8
1951-55	11'7
1956-60	8'5
1961-65	8'5

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 16. *Evolución quinquenal de los índices de obsolescencia, por áreas*

<i>Quinquenio</i>	<i>QF</i>	<i>QO</i>	<i>QA</i>	<i>QT</i>	<i>QI</i>
1940-45	12'1	9'6	14'6	15'1	37'1
1946-50	8'2	15	16'2	14'2	11'4
1951-55	11	12'2	10'3	7'5	16'5
1956-60	6'6	9'5	8'8	4'9	13'4
1961-65	8'7	9'1	6'6	8'6	9'2

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 17. *Evolución quinquenal de artículos, por centros de trabajo**I. Valores absolutos*

<i>Centro</i>	<i>1940-45</i>	<i>1946-50</i>	<i>1951-55</i>	<i>1956-60</i>	<i>1961-65</i>	<i>Total</i>
Universidad	115	251	334	259	230	1189
C.S.I.C.	143	205	208	201	158	915
Centros Estatales	27	10	15	21	61	134
Lab. Industriales	22	4	1	9	8	44
Otros centros	11	25	39	9	26	110
Total						2392

*II. Valores porcentuales*

	<i>1940-45</i>	<i>1946-50</i>	<i>1951-55</i>	<i>1956-60</i>	<i>1961-65</i>	<i>Global</i>
Universidad	37	50'7	55'9	51'9	47'6	49'7
C.S.I.C.	44'4	41'4	34'8	40'3	32'7	38'3
Centros Estatales	8'4	2	2'5	4'2	12'6	5'6
Lab. Industriales	6'8	0'8	0'2	1'8	1'7	1'8
Otros centros	3'4	5'1	6'6	1'8	5'4	4'6

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 18. *Evolución quinquenal de artículos, por zonas geográficas**I. Valores absolutos*

<i>Zonas</i>	<i>1940-45</i>	<i>1946-50</i>	<i>1951-55</i>	<i>1956-60</i>	<i>1961-65</i>	<i>Total</i>
Madrid	175	194	222	223	255	1069
Andalucía	39	67	51	46	29	232
Cataluña	34	54	52	45	34	219
Galicia	1	40	51	49	23	164
Valencia	8	17	52	38	32	147
Castilla	13	34	35	24	12	118
Murcia	5	14	36	24	32	111
Canarias	-	9	27	23	20	79
Aragón	16	15	9	1	-	41
Vascongadas	4	4	-	-	1	9
Asturias	1	-	-	-	4	5
Extranjero	6	18	38	9	25	96
TOTAL						2290

*II. Valores porcentuales*

	<i>1940-45</i>	<i>1946-50</i>	<i>1951-55</i>	<i>1956-60</i>	<i>1961-65</i>	<i>Global</i>
Madrid	57'9	42'6	38'7	46'3	54'6	46'7
Andalucía	12'9	14'4	8'9	9'5	6'2	10'1
Cataluña	11'3	11'6	9'1	9'3	7'3	9'6
Galicia	0'3	8'6	8'9	10'2	4'9	7'2
Valencia	2'6	3'6	9'1	7'9	6'9	6'4
Castilla	4'3	7'3	6'1	5	2'6	5'2
Murcia	1'7	3	6'3	5	6'9	4'8
Canarias	-	1'9	4'7	4'8	4'3	3'4
Aragón	5'3	3'2	1'6	0'2	-	1'8
Vascongadas	1'3	0'9	-	-	0'2	0'4
Asturias	0'3	-	-	-	0'9	0'2
Extranjero	2	3'9	6'6	1'9	5'4	4'2

FUENTE: Elaboración propia.

## NOTAS

1 Todos coincidimos en señalar que hubo un crecimiento en la producción científica española entre 1907 y 1930, que se estabilizó en esa época debido a los equipos de investigación que se consolidaron entonces; que hubo un brusco descenso de la producción debido a la guerra; que entre 1945 y 1950 se recuperan la producción y el hábito de trabajo en equipo, que lleva aparejado un crecimiento de la investigación, produciéndose un estancamiento entre 1955 y 1965. Igualmente se destaca el exagerado centralismo de la investigación española.

2 Por limitaciones de espacio no procede describir las técnicas utilizadas, pero se pueden encontrar en J.M. LOPEZ PIÑERO [1972], C. LOPEZ FERNANDEZ *et al.* [1984], M.A. INIESTA *et al.* [1989] o en las Tesis Doctorales de C. LOPEZ FERNANDEZ [1986 B], M. VALERA [1982], M.A. INIESTA [1991] y G. PALAO [1990].

3 Los datos están tomados de la Tabla VI del artículo de M.A. INIESTA *et al.* [1989].

4 La Tabla 1 de este trabajo reproduce, ampliándola, la Tabla 6 del artículo de M. VALERA y P. MARSET [1981].

5 No obstante la importancia relativa de la investigación española en la relación con la mundial no se alcanza en toda la época considerada (salvo en el paréntesis de la guerra mundial), pues según J.M. CANO PAVON [1993] el porcentaje que suponía en 1930 era del 0'3 % y en 1965 sólo del 0'25 %.

6 En relación con este apartado se debe hacer mención a la evolución de *autores por artículo*, recogida en el trabajo de J.M. CANO PAVON [1993], que alcanzó la cifra de 1'6 autores por artículo en 1936, *estabilizada debido a la existencia de un conjunto de pequeños grupos de investigadores muy consolidados*. Esta cifra desciende hasta valores próximos a 1 en los primeros años cuarenta, es decir, que se pasó a una investigación casi unipersonal, debido a la ruptura que supuso la guerra civil para la investigación química española. Hacia 1950 se recupera la relación de la preguerra y en 1955 se supera el valor de 2'5 autores por artículo. Estas conclusiones, obtenidas a partir de datos sacados del Chemical Abstracts, concuerdan plenamente con las de este trabajo.

7 Sin duda fue traumático el hecho de que el máximo productor en química de antes de la guerra, E. Moles Ormella, con 111 artículos publicados en los Anales, catedrático de Q. Inorgánica en Madrid y secretario de la Comisión Internacional de Pesos Atómicos, regresó a España en 1941, tras un breve exilio, siendo encarcelado y no reponiéndosele ni en su cátedra ni en la investigación, dedicándose a la empresa privada hasta su muerte en 1953; otra promesa de la investigación en el campo de los complejos, León le Boucher, murió en la guerra; se exiliaron o no publicaron M. Crespi, E. Mascareñas, A. Pérez Vitoria, etc.; C. del Fresno publica un solo artículo. Estos datos son elocuentes del impacto negativo que sufrió el área de Química Inorgánica.

8 En el libro de J.S. PRICE [1973] se afirma que los grandes científicos e investigadores suelen ser grandes productores de artículos.

9 A. Rius Miró en la V Reunión Nacional de la RSEFQ dice que "al admirable y nunca igualado esfuerzo hecho por el gobierno de nuestra nación, mediante el

CSIC, es necesario que se una la aportación de la industria española, que hoy es prácticamente nula".

10 Baste recordar las palabras de J.Catalá en la I Reunión Semestral de Física (en 1957, *Anales* 53 (A)), en la que dijo que "este estado de cosas, vestigio de un centralismo trasnochado, que en interés de todos debía terminar, cosa que puede ocurrir cuando a cada centro docente se le otorgue la categoría basada en sus propios méritos y esfuerzos, pero que no varía con una ley, muy física por cierto pero injusta en este caso, cual es la culombiana de la inversa del cuadrado de la distancia a Madrid".

## BIBLIOGRAFIA

CANO PAVON, J.M. (1993) "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.

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

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

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

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*. Murcia, vol. 2, 1034-1046.

LOPEZ FERNANDEZ, C., VALERA, M. & MARSET, P. (1984) "Aplicación de algunas técnicas bibliométricas a la investigación en Historia de la Ciencia". En: *Actas del III Congreso de la SEHCYT*. San Sebastián, vol. 3, 63-82.

LOPEZ FERNANDEZ, C. (1986) "Análisis temático de la producción española en Física recogida en los Anales de la RSEFQ durante el período 1940-1975". *LLull*, 9 (16-17), 105-126.

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

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.

PALAO POVEDA, G. (1990) *Aproximación a la investigación química española desde 1940 a 1965, a través de los Anales de la R.S.E.F.Q.* Universidad de Murcia, Facultad de Ciencias, Tesis Doctoral.

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

PEREZ ALVAREZ-OSSORIO J.R.(1977) "Un ensayo de evaluación de revistas químicas españolas". *Revista Española de Documentación Científica*, 1, 21-29.

PEREZ-VITORIA, A. (1983) *Enrique Moles y el Sistema Periódico de los elementos*. "Aula de Cultura Científica", 17. Madrid, Amigos de la Cultura Científica.

PRICE, D.J.S. (1973) *Hacia una ciencia de la ciencia*. Barcelona, Ariel.

VALERA, M. (1982) *La producción española en Física durante el período 1903-1937, a través de los Anales de la RSEFQ*. Universidad de Murcia, Tesis Doctoral.

VALERA, M. & MARSET, P. (1981) "Aspectos bibliométricos e institucionales de la RSEFQ para el período 1903-1937". En: *Actas del I Congreso de la SEHC*. Madrid, 391-432.

VILLANUEVA, J.R. (1986) *Ser investigador*. Madrid, Fundación Universidad - Empresa.