

EVOLUCION CUANTITATIVA DE LA INVESTIGACION ESPAÑOLA EN QUIMICA Y MATERIAS AFINES A PARTIR DE LOS DATOS DEL CHEMICAL ABSTRACTS (1907-1990)

JOSE MANUEL CANO PAVON
Dpto. de Química Analítica. Facultad de Ciencias
Universidad de Málaga

RESUMEN

Se ha efectuado un estudio cuantitativo sobre la investigación española en Química (y materias afines) en el siglo actual a partir de los datos contenidos en el Chemical Abstracts. Los datos correspondientes al periodo 1907-1968 han sido obtenidos manualmente seleccionando los resúmenes recogidos de los artículos publicados por los autores con apellidos hispánicos y descartando a continuación a los autores latinoamericanos. El periodo 1969-1990 ha sido estudiado efectuando una búsqueda informática a partir de la base de datos Chemabs.

El estudio revela que la investigación química española al principio de la centuria era muy escasa (15-20 artículos por año), siendo realizada por investigadores aislados. Se incrementó poco a poco hasta alcanzar un nivel de 120 artículos por año en 1932-1936.

ABSTRACT

A quantitative survey of Spanish research in Chemistry (and in other related sciences) in the present century has been carried out from Chemical Abstracts data. Data for the 1907-1968 period were collected manually by first selecting all authors with Spanish names and then discarding Latin-American authors; the corresponding abstracts were recorded. On the other hand, the 1969-1990 period was surveyed by computerized scans of the Chemabs database keyed on Spanish Abstracts.

The survey reveals that Spanish research at the beginning of the century was rather scanty (15-20 papers by year) and conducted by isolated workers. Subsequently, it increased gradually until it levelled at ca. 120 papers per year.

La guerra civil provocó una fuerte disminución, recuperándose los niveles de anteguerra en 1947. En los años cincuenta y sesenta se alcanzó una cierta estabilización en torno a los 400-600 artículos por año. A partir de 1970 se produjo un fuerte incremento, alcanzándose en 1990 los 6000 artículos anuales.

The Spanish Civil War caused a serious drawback on the national research throughput which was not overcome until 1947. The annual figure of Spanish papers again levelled off in the 1950s and 1960s (400-600 papers) and began to rise dramatically to its present levels (6000 papers in 1990) since 1970.

Palabras clave: Química, España, Siglo XX, *Chemical Abstracts*.

Introducción

Sobre la investigación global en Química en España se han publicado diversos trabajos en los últimos años. Como obra de carácter general puede citarse el libro de Lora Tamayo [9], donde se efectúa una excelente descripción de la investigación en el siglo actual, considerando los distintos grupos y escuelas. En una línea parecida se mueve algún otro trabajo reciente [6]. De forma más restringida, otras aportaciones han considerado aspectos cuantitativos en épocas concretas, principalmente durante el periodo de la guerra civil y la postguerra [2] y a lo largo de los años ochenta recién concluidos [5, 2]. Aspectos parciales han sido tratados en otras publicaciones, siendo especialmente importante la bibliografía correspondiente al siglo XVIII y a los primeros años del siglo XIX. La investigación, en el caso concreto de la ciudad de Sevilla, ha sido, sin embargo, estudiada de forma completa y exhaustiva [1, 4].

Para completar la visión de conjunto de la investigación española en el siglo actual es necesario disponer de datos cuantitativos más completos. En el caso de la Física existen ya estudios bibliométricos detallados, aunque referidos exclusivamente a los artículos publicados en la revista *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química* [8, 10]. Este tipo de estudios es el que se efectúa en este trabajo, abarcando el periodo 1907-1990. El inconveniente principal es que la base de datos existente (la del *Chemical Abstracts*) se inicia a fines de los años sesenta, por lo que no se incluye en ella lo publicado en años anteriores. En consecuencia, cualquier estudio cuantitativo de dicha época (anterior a 1969) debe ser realizado manualmente.

En todo caso hay que dejar sentado que aunque el *Chemical Abstracts* cubre un elevadísimo número de revistas (y desde luego abarca a todas las que

pueden tener alguna importancia), no es completamente exhaustivo, es decir, el número de resúmenes que recoge debe ser algo inferior al número total de artículos publicados. Pero, en todo caso, el número de artículos resumidos por el *Chemical Abstracts* sí tiene valor como índice significativo a efecto de comparaciones. En la actualidad, según datos recientemente publicados [7], los trabajos españoles resumidos por el *Chemical Abstracts* representan aproximadamente el 50% del total de la investigación científica en España en todas sus ramas, aunque no sabemos si este porcentaje es aplicable en épocas anteriores.

No hay que olvidar tampoco que el número de trabajos publicados en un país no es igual al esfuerzo investigador. Esto es evidente, por cuanto hay que tener en cuenta en cada caso la calidad del trabajo, la dificultad de su realización y su coste económico. Por otra parte, una determinada investigación puede publicarse en conjunto o fragmentarse en varios artículos. Por ello no es posible evaluar con precisión el esfuerzo investigador en base sólo a los artículos publicados; el número de estos artículos sólo sirve como una aproximación, ya que la evaluación completa de dicho esfuerzo resulta prácticamente imposible y, por supuesto, cae fuera de los propósitos y medios utilizados en este trabajo.

Metodología

En el presente trabajo, los datos del periodo 1907-1968 han sido tomados directamente del *Chemical Abstracts*. Se ha realizado una búsqueda exhaustiva en el índice de autores, efectuando primero una selección de los investigadores de apellidos hispánicos y descartando a continuación a los hispanoamericanos. Se han registrado todos los abstracts de dichos autores, que corresponden normalmente a artículos en revistas, aunque también se recogen los escasos libros y patentes.

El periodo 1969-1990 ha sido estudiado mediante búsqueda informática, a partir de la base de datos *Chemabs*, efectuando la selección de aquellos abstracts procedentes de España, es decir, de aquellos en que tras los autores aparece la palabra Spain.

Por otra parte, para la obtención del número de autores por artículo publicado, en el periodo 1907-68 se ha hecho uso de los datos obtenidos previamente (es decir, se han considerado todos los artículos publicados en dicho periodo), mientras que en 1969-90 se han realizado catas bianuales de 150 artículos cada una, seleccionados al azar.

Dada la amplitud temática del *Chemical Abstracts*, no sólo se incluyen en este estudio los trabajos específicamente químicos y bioquímicos, sino también los de Fisiología, Farmacología, Química clínica, Cristalografía, Termodinámica, etc., con lo que se ha conseguido historiar a una gran parte de la investigación científica española en este periodo.

Datos globales

La evolución de la producción investigadora total por años se muestra en la Figura 1, comprobándose el espectacular aumento producido a partir de 1970. En esta gráfica se observa que hasta comienzos de los años veinte la investigación era muy escasa, publicándose unos 15-20 artículos anualmente. Era una investigación de tipo unipersonal, que se realizaba en centros madrileños en su mayor parte. En los años veinte se inició un crecimiento importante (dentro de los parámetros de la época), hasta alcanzarse en 1930 el centenar de publicaciones. A partir de ese momento se inicia una estabilización, manteniéndose en unos 120 artículos anuales; la investigación en esta época era efectuada principalmente por una serie de grupos muy consolidados (cuyas cabezas visibles eran Moles, García Banús, Obdulio Fernández, Montequi, García Blanco, etc.). La investigación en Madrid era con mucho la más importante, pero ya comenzaban a aparecer trabajos realizados en provincias, principalmente en facultades universitarias (por ejemplo, en Sevilla se publicaron unos 20 artículos entre 1918 y 1936 [4]).

La guerra supuso -como también han comprobado Maset y colaboradores [10] en el caso de la Física- una brusca ruptura, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, ya que desaparecieron a efectos prácticos gran parte de los científicos y de los temas de trabajo; de todas formas, no todos los centros fueron igualmente afectados, como ocurrió en el caso de la Universidad de Sevilla, cuya contribución global en los primeros años cuarenta representó el 30% de la investigación química total española.

El crecimiento a partir de 1943 fue muy rápido, alcanzándose en 1950 el número de 335 artículos publicados, casi el triple de la producción de los años anteriores a la guerra. Este crecimiento puede atribuirse al aumento del profesorado universitario y a la creación y desarrollo de los centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y coincide con la época de autarquía económica. Entre 1940 y 1960 se cubrieron -tras las pertinentes oposiciones- unas 600 cátedras universitarias, a un ritmo bastante uniforme de treinta cada año. Los centros del CSIC, con su correspondiente plantilla de investigadores, se crearon preferentemente en el periodo 1945-55,

teniendo especial incidencia en la investigación aplicada (Edafología, Química de grasas, etc.). En esta época se constituyeron nuevos grupos de investigación, por lo general agrupados en torno a catedráticos de la Universidad de Madrid (Fernando Burriel Martí, Antonio Rius Miró, Manuel Lora Tamayo, etc). Esto pudo deberse en parte al monopolio que la Universidad de Madrid ejerció sobre el doctorado hasta mediados de los años cincuenta, así como a las mejores dotaciones de los centros de investigación de la capital. De todas formas, en este periodo se crearon y consolidaron en diversas ciudades españolas diferentes grupos investigadores (por ejemplo, en el caso de la Química Orgánica, estaban los grupos de Ignacio Ribas Marqués en Santiago, José Pascual Vila en Barcelona y Francisco García González en Sevilla), que fueron rompiendo poco a poco el monopolio madrileño en el terreno científico.

A partir de 1950 se produjo una estabilización (en torno a los 400 trabajos anuales), que duró hasta mediados de los años sesenta. Este estancamiento ha sido observado también por López Fernández et al. [8] para el caso de la Física, y resulta de difícil interpretación. Coincide con un periodo de estabilidad de la enseñanza universitaria, en el que no varió apenas el número de facultades científicas, ni tampoco hubo un incremento apreciable en los centros del CSIC; las becas predoctorales eran muy escasas y de poca cuantía económica, mientras que el profesorado universitario auxiliar tenía unas retribuciones muy bajas, que fomentaban el pluriempleo, lo que se traducía en una menor dedicación a las tareas investigadoras.

En la segunda mitad de los años sesenta, y en especial desde 1970, se produjo una fuerte subida que, con ligeras fluctuaciones, se mantiene actualmente, pasándose de los 741 artículos de 1970 a los casi 6000 de 1990; es decir, el volumen de publicaciones se ha multiplicado por ocho en veinte años.

Este crecimiento, realmente espectacular, también constatado por López Fernández et al. [8] para la Física, ha debido tener, indudablemente, causas múltiples, que no pueden asociarse exclusivamente con la expansión económica española, pues durante los últimos veinte o veinticinco años ha habido periodos de expansión (desde mediados de los sesenta a 1972, y desde 1985 a 1990), alternados con épocas de recesión. Estas causas múltiples se han traducido en el aumento del número de investigadores, de los centros de investigación y de los medios materiales. El incremento del número de personas dedicadas a la investigación ha sido significativo, a causa de: a) el establecimiento, a partir de 1969, del sistema de dedicación exclusiva del profesorado universitario, b) la dotación, a fines de 1968, de las becas de

formación del personal investigador, con unas retribuciones aceptables, c) la creación de nuevos cuerpos de profesorado universitario estable (1965: profesores agregados, 1972: profesores adjuntos), d) el incremento espectacular de las plazas de profesores universitarios, tanto por el aumento del número de facultades como por los incrementos de plantilla dentro de cada una de ellas. Entre 1970 y 1990 el número de plazas de catedráticos universitarios se ha quintuplicado (hasta algo más de 5000 en la actualidad), y aún ha sido mayor el aumento en las plazas de profesores adjuntos (titulares). Las plazas de investigadores del CSIC, por el contrario, no han experimentado incrementos importantes en los últimos veinte años, aun cuando se ha producido un relevo generacional en los diferentes centros investigadores.

Los medios materiales, como consecuencia del aumento de las dotaciones económicas (principalmente por el aumento de los presupuestos de la Comisión Asesora de Investigación, hoy CICYT) crecieron de forma manifiesta, en especial desde fines de los setenta. Por ello, y por lo que respecta a la instrumentación básica utilizada en Química, se consiguió una mejora de los equipos, aunque este crecimiento se dió de forma escalonada; así, a fines de los sesenta se adquirieron por los centros de investigación numerosos espectrofotómetros de ultravioleta-visible de doble haz y espectrofotómetros de infrarrojo, mientras que en los setenta el incremento se dió en los cromatógrafos de gases, espectrofotómetros de absorción atómica, equipos de RMN y difractómetros de rayos X; los años ochenta vieron la multiplicación de los espectrómetros de masas y cromatógrafos líquidos, así como un impresionante crecimiento de los ordenadores, usados de forma masiva en los laboratorios españoles desde mediados de dicha década.

Las distintas etapas reseñadas se pueden ver también en la gráfica acumulativa semilogarítmica (Fig. 2), observándose en ella los cambios de pendiente que se producen a partir de 1936, 1946, 1957 y 1970. Actualmente, el tiempo de doblamiento (número de años necesarios para doblar la cifra total acumulada de trabajos) es de 11 años. En 1990, el número de trabajos recogidos superó a todos los publicados entre 1907 y 1958 (ambos inclusives).

La investigación española en relación con la mundial

El incremento de la investigación química española ha corrido parejo a lo largo de este siglo con el registrado en la investigación mundial. Si en 1910 el *Chemical Abstracts* recogía un total de 12000 trabajos, en 1990 este número

se aproximó al medio millón. Las curvas de crecimiento se muestran en la Figura 3. En la investigación mundial se produce un descenso en 1940-45, debido a la segunda guerra mundial, menos acusado relativamente que el provocado en España por la guerra civil. Sin embargo, mientras que la investigación en España ha crecido ininterrumpidamente en los últimos 20-25 años, en el conjunto mundial se observa un estancamiento en la década 1980-1990.

Mayor interés tiene la variación del porcentaje de la investigación española con respecto a la mundial. Esta variación se muestra en la Figura 4. Entre 1910 y 1930 se pasó del 0,10% al 0,30%, para descender a un 0,06% en 1940. El ascenso fuerte que se produce desde entonces hasta 1950 (en que se alcanza un 0,47%) fue realmente ficticio, debiéndose en gran medida a la disminución de las publicaciones en un mundo asolado por la guerra; cuando la investigación mundial se recuperó, la aportación española disminuyó hasta su valor real, llegando al 0,25% en 1965. Desde entonces, el incremento es atribuible exclusivamente al crecimiento de la investigación nacional. Entre 1980 y 1990 el incremento es fuerte, alcanzándose en la actualidad el 1,22% de la investigación mundial. Es previsible que, en circunstancias normales, aún pueda aumentar algo este porcentaje en los próximos años.

Un sencillo cálculo permite precisar que la contribución global española a la Química en el presente siglo, y en concreto desde 1907 a 1990, ha sido del 0,63%, inferior por tanto a la que debería haberse producido si las circunstancias históricas (principalmente la guerra civil, la larga postguerra y el desinterés oficial por las cuestiones científicas) no hubieran afectado a la investigación.

Evolución del número de autores por artículo

El número de autores por artículo es un parámetro especialmente interesante para cualquier tipo de estudio sociológico de la investigación que quiera realizarse. En el caso de España, de acuerdo con los datos del *Chemical Abstracts*, la evolución ha sido importante a lo largo del siglo actual, mostrándose en la figura 5. Puede observarse la estabilidad -con una cierta tendencia creciente-, que se manifiesta en el primer tercio del siglo, hasta la guerra civil (1,6 autores por artículo en 1936); esta estabilidad puede atribuirse, como se indicó anteriormente, a la existencia de un conjunto de pequeños grupos investigadores, muy consolidados. A partir de 1936 se produce un fuerte descenso, hasta alcanzar valores próximos a 1 en los

primeros años cuarenta, lo que indica la destrucción de los grupos existentes anteriormente y el paso a una investigación unipersonal. Esto confirma la ruptura y el cataclismo que supuso la guerra sobre la investigación española, que se reflejó asimismo sobre la calidad de las publicaciones.

Hasta 1950 no se recupera la relación de preguerra, prolongándose el ascenso hasta 1955 (en que se supera el valor de 2,5); tras unos años de estabilización se producen una serie de ascensos ininterrumpidos, alcanzándose en los últimos años una relación alrededor de 3,7. El aumento debe atribuirse al incremento del tamaño de los grupos investigadores, aun cuando no debe ser descartable, en parte, la tendencia al incremento del número de firmantes de los trabajos a causa del hecho de que el número de artículos publicados por un investigador, independientemente de la claridad de los mismos, ha sido un factor positivo muy utilizado en oposiciones y concursos de muy diversa índole.

Distribución de la investigación

Aspecto interesante es el de la distribución de la investigación química española entre las diferentes áreas (Inorgánica, Orgánica, Bioquímica, etc.). Esto se ha estudiado en tres momentos históricos diferentes: 1933-36, 1945-50 y 1960-65.

En el primer periodo, correspondiente a los años inmediatamente anteriores a la guerra civil, destacan (Fig. 6) dos áreas de forma importante: Bioquímica-Fisiología, con un 29,2%, e Ingeniería Química, con un 20,0%, en esta última área un importante número de publicaciones correspondían a Química Industrial.

En la Figura 7 se representa la distribución en el periodo 1945-50, observándose con relación al periodo anterior un fuerte incremento de los trabajos de Bioquímica-Fisiología (un 36,4%), una disminución en Ingeniería Química y una cierta estabilidad en las restantes áreas; aparece ya un número significativo (un 3%) de trabajos de Edafología-Química Agrícola, realizados en centros del CSIC. En 1960-65 (Fig. 8) se observa una distribución parecida. En los últimos años, extrapolando los datos parciales disponibles para algunas ciudades (como Sevilla), puede estimarse que la investigación bioquímica-fisiológica se aproxima al 40% del total, lo cual está en buena concordancia con lo que ocurre, según el *Chemical Abstracts*, a nivel mundial.

Otros aspectos

Por lo que respecta a las revistas en las que se ha publicado la investigación española en Química, en el periodo 1933-36 correspondió un 16,2% a revistas extranjeras y el resto (83,8%) a españolas, mientras que en 1945-50 sólo se publicaron en revistas extranjeras el 3,6% del total. Se produjo en este periodo, por lo tanto, un repliegue de las publicaciones hacia las propias revistas nacionales, posiblemente por motivaciones políticas (eran los años de la autarquía económica y del bloqueo internacional). En ambos momentos históricos la revista más utilizada por los investigadores españoles fue *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, aunque en la postguerra destacaron también otras: *Ión*, *Información de Química Analítica*, *Revista española de Fisiología*, *Revista clínica española*, etc.

En los años sesenta aumentó el porcentaje de publicaciones en revistas extranjeras (un 10,8% en 1960, 12,4% en 1965), llegándose en la actualidad a superar el 75% (aunque en algunas áreas el porcentaje es aún mayor; así, según Valcárcel [11], en Química Analítica el porcentaje de publicaciones en revistas extranjeras es del 80%). La calidad de muchas revistas españolas ha descendido por ello apreciablemente, al enviarse los mejores trabajos a revistas de otros países (principalmente de Estados Unidos y Europa occidental).

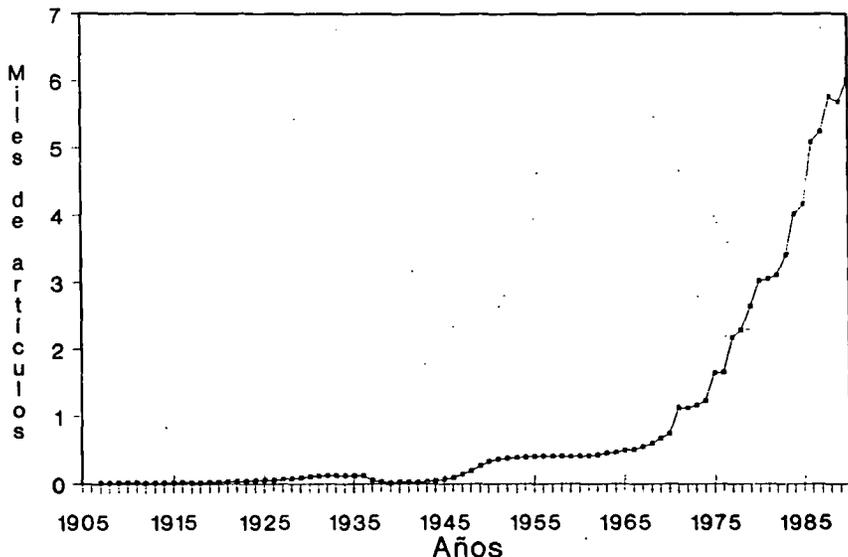


Fig. 1. Evolución de la investigación química española (1907-1990).

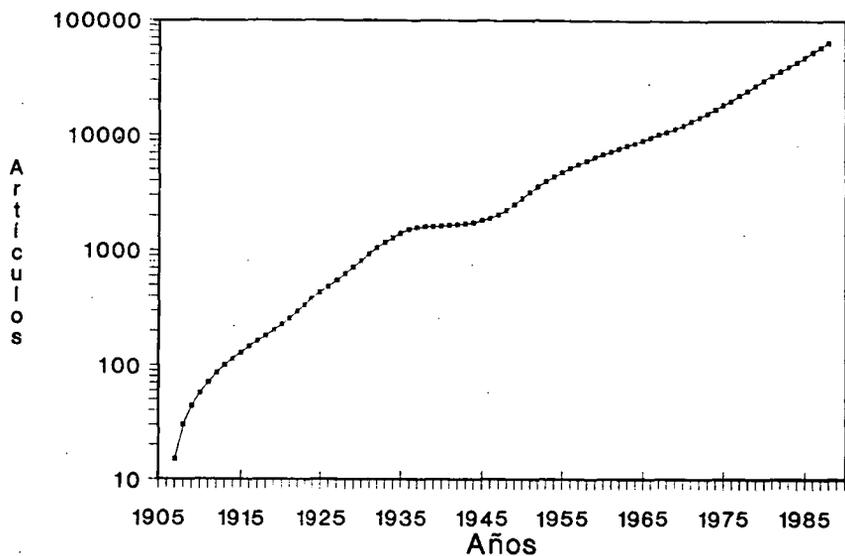


Fig. 2. Valores acumulativos de las publicaciones españolas en Química.

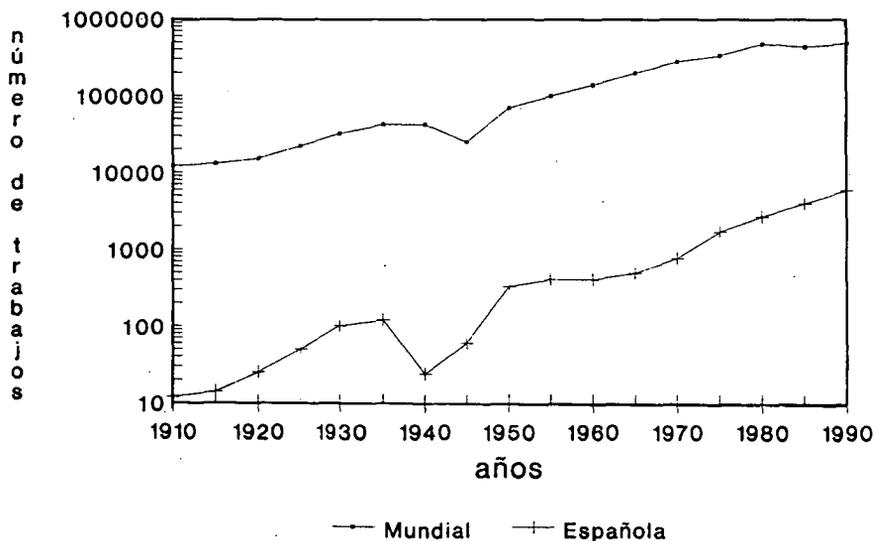


Fig. 3. Comparación entre la investigación española y la mundial.

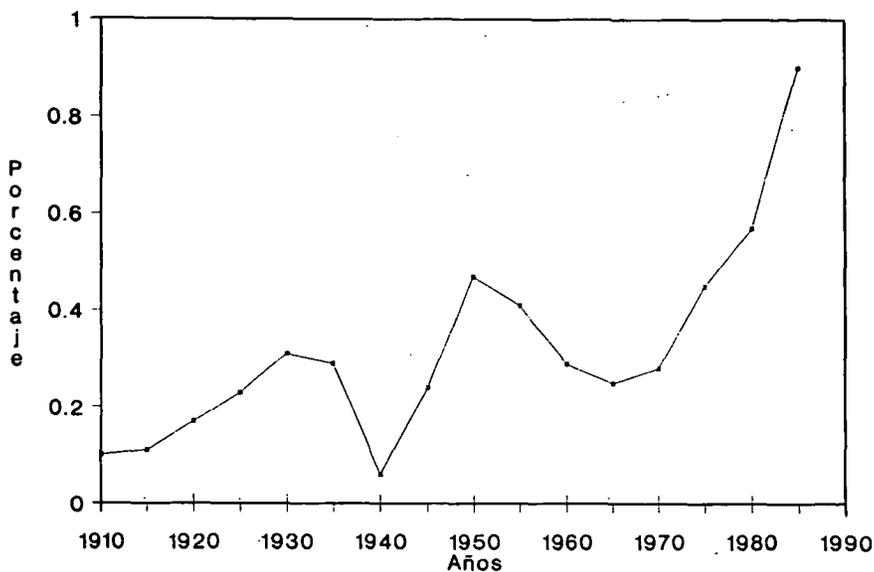


Fig. 4. Variación del porcentaje de contribución de las publicaciones químicas españolas en relación con la mundial.

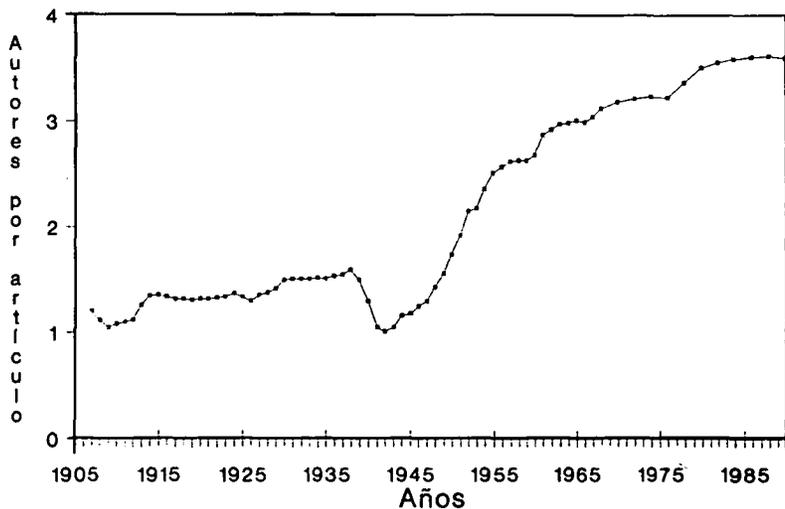


Fig. 5. Evolución del número medio de autores por artículo en la investigación química española.

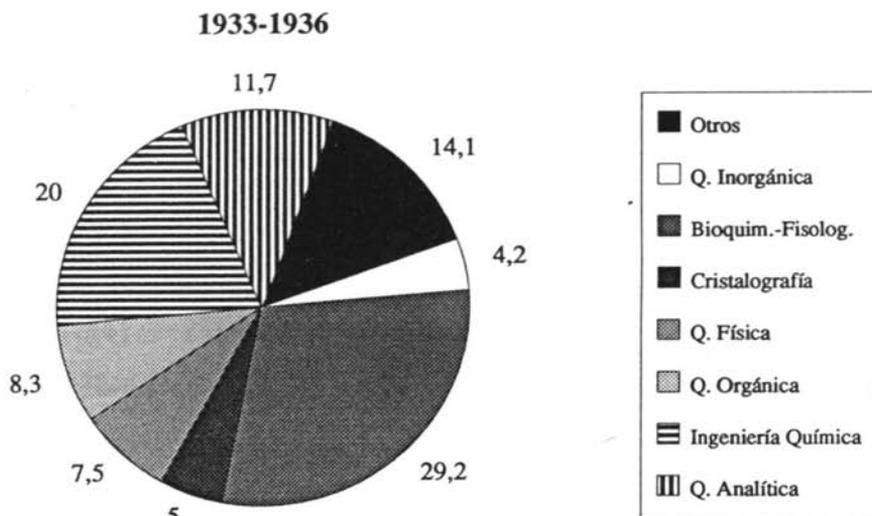


Fig. 6. Distribución de la investigación química española en el periodo 1933-36.

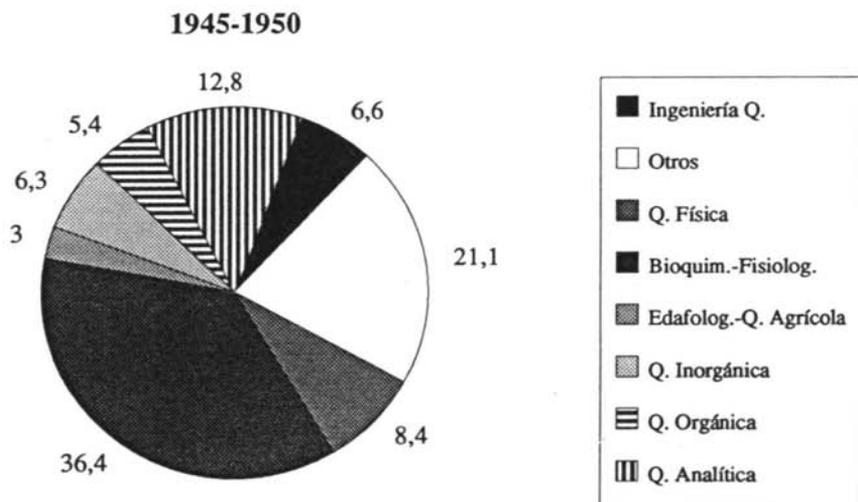


Fig. 7. Distribución de la investigación química española en el periodo 1945-50.

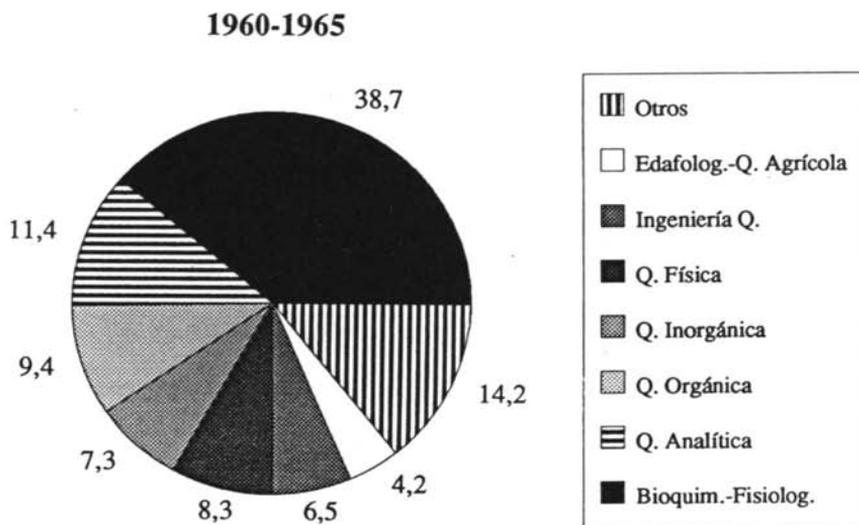


Fig. 8. Distribución de la investigación química española en el periodo 1960-65.

BIBLIOGRAFIA

- 1 CANO PAVON, J.M. (1987) *La ciencia experimental y la Universidad de Sevilla*. Sevilla, Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- 2 CANO PAVON, J.M. (1991) "Desarrollo actual de la investigación química española. Su conexión con el crecimiento de la enseñanza". En: J.L. Gómez Martínez y P. Chamizo Domínguez, *España 1975-1990*. Ann. Arbor, Michigan (USA), Edwards Brothers Inc.
- 3 CANO PAVON, J.M. (1992) "La investigación en España durante el periodo 1933-1950. Datos estadísticos". *Anales de Química*, 88, 270-271.
- 4 CANO PAVON, J.M. (1993) *La ciencia en Sevilla*. Sevilla, Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- 5 ELGUERO, J. (1990) "Reflexiones sobre la última década de la Química española". *Química e industria*, 36, 777-782.
- 6 ELGUERO, J. (1991) "Química". En: J.M. López Piñero, *España. Ciencia*. Madrid, Espasa-Calpe.
- 7 LAFUENTE, A. y ORO, L.A. (1992) *El sistema español de ciencia y tecnología en el marco internacional. Evolución y perspectivas*. Madrid, Fundesco.
- 8 LOPEZ FERNANDEZ, C. y VALERA CANDEL, M. (1983) "Estudio bibliométrico-multivariante de los artículos de Física publicados en los *Anales de*

la Real Sociedad Española de Física y Química durante el periodo franquista (1940-1975)". LLULL, 6, 37-56

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

10 MARSET, P.; VALERA, M. & LOPEZ, C. (1981) "Repercusiones de la guerra civil española (1936-39) en la producción científica en Física a través de los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química (1903-1975)*". *Dynamis, I*, 179-202.

11 VALCARCEL, M. (1993) "Spanish analytical chemistry on the verge of the XXI century". *Trends in Analytical Chemistry, 12*, IX-XIII.