

**APROXIMACION A LA INVESTIGACION QUIMICA
ESPAÑOLA DESDE 1940 A 1965
A TRAVES DE LOS ANALES DE LA REAL SOCIEDAD
ESPAÑOLA DE FISICA Y QUIMICA**

G. PALAO

I.N.B. de Yecla, Murcia

M. VALERA

Dpto. de Historia de la Medicina, Murcia

C. LOPEZ FERNANDEZ

I.N.B. Alfonso X, Murcia

P. MARSET

Departamento de Historia de la Medicina, Murcia

RESUMEN

En el presente trabajo se ofrece una panorámica sobre la investigación española en química desde 1940 a 1965 mediante el análisis bibliométrico de los artículos de química publicados durante el período indicado en los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química.

La evolución cuantitativa de los 2.215 artículos objeto de estudio muestra dos etapas diferenciadas, una primera de ascenso paulatino hasta mediados de los años cincuenta, seguida de otra de estancamiento y ligero retroceso. Asimismo se observa una consolidación

ABSTRACT

In this paper it is showed the evolution of spanish chemical production in scientific literature from 1940 till 1965 through the scientometrical analysis of the chemical papers published in the leading national journal Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química.

The quantitative analysis of the annual production for the 2.215 papers published shows the existence of two periods: a first one of slow growth (1940-1955), and a second one of standby and decline (1956-1965). Looking at the authorship it can be observed an expan-

del trabajo en equipo en prácticamente la totalidad de las áreas temáticas consideradas, destacando por su mayor prontitud en la conformación de tales equipos las de Química Orgánica y Química Física que, además, son las de mayor producción (29,6% y 24,8% respectivamente). Se analiza también la distribución entre el número de artículos y el de autores (1.073), cuya relación global es de 2,1 artículos por autor, comparándola con la propuesta por Lotka, y se identifican los autores de mayor producción, destacando entre ellos Rius Miró, Lora Tamayo, Sierra, etc. Por último, se establece la procedencia institucional de los trabajos considerados, destacándose con nitidez las cátedras y departamentos universitarios, seguidos de los centros del CSIC, como principales centros de producción.

sion of the scientific teams, mainly in Organic Chemistry and Physical Chemistry, those areas who show also the main figures in scientific productivity (29,6% and 24,8%). Being the article/author ratio 2,1 for the 1073 authors, and following the Lotka's law distribution, the three more prolific authors are Rius Miró, Lora Tamayo and Sierra. Among the scientific institutions to whom belong the authors the more important are the University Departments followed by the departments belonging to the Spanish National Scientific Council (C.S.I.C.).

Palabras clave: Historia de la Química, España contemporánea, Bibliometría.

I. Introducción

En el presente trabajo pretendemos ofrecer una panorámica sobre la investigación química española a partir de los artículos de química publicados en los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, siguiendo la línea iniciada por M. Valera y P. Marset sobre el estudio de la citada sociedad y de su producción científica a través de los *Anales*¹, por constituir una de las instituciones de mayor significación en el desarrollo contemporáneo de las investigaciones efectuadas en nuestro país en las áreas de física y química².

Hemos limitado nuestra investigación al período comprendido entre los años de 1940 y 1965 por la propia coherencia histórica dentro de la evolución general de la época franquista, puesto que hacia 1965 acaba prácticamente el primer plan de desarrollo, iniciándose un desarrollo acelerado de la economía en los años inmediatamente posteriores, en claro contraste con la etapa precedente. También por el propio crecimiento de la investigación química, que se refleja de modo inmediato en la proliferación de revistas químicas a partir de esos años, con lo que los *Anales* pierden en cierta medida su representatividad anterior, de manera que un estudio sobre la química practicada y publicada en nuestro país esos años debe ser abordado ampliando el horizonte de revistas para que aporten mayor información ³.

Con el estudio de la RSEFQ y el análisis bibliométrico de su producción en química a través de los *Anales*, pensamos obtener una primera aproximación al desarrollo alcanzado por la química española en el período indicado, así como a la estructuración y condiciones generales en que se desarrolló la investigación en dicha materia y los principales logros de la misma; igualmente podremos establecer en estudios posteriores la interrelación entre la evolución de la mencionada Sociedad, la de la investigación química y el desarrollo económico, industrial y social de España.

II. Material y método

La fuente básica de datos necesarios para la realización del presente trabajo está constituida por los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, donde se ha procedido al vaciado completo de los artículos de química correspondientes a los volúmenes 36 a 61, comprendidos entre los años 1940 y 1965 ambos inclusive, así como a la recogida de datos adicionales que aparecen en dicha publicación (actas, balances económicos, listas de socios, etc). También hemos utilizado todo tipo de información suplementaria extraída de fuentes oficiales, como Anuarios Estadísticos, Informes del MEC, de la OCDE, etc. ⁴.

Los datos obtenidos sobre la producción científica que nos interesa han sido posteriormente sometidos a las técnicas bibliométricas adecuadas a cada caso⁵, realizando en base a ello un doble análisis, desde el punto de vista interno y externo. Este último aspecto es el que presentamos en el presente trabajo, mostrando los aspectos siguientes:

1) Evolución anual y quinquenal del número de artículos de química publicados en la *Anales de la RSEFQ* entre 1940 y 1965.

2) Clasificación de tales artículos por áreas temáticas tradicionales en química.

3) Evolución anual y quinquenal de los artículos realizados en colaboración, globalmente y por áreas temáticas.

4) Relación global entre el número de artículos y el de autores, comprobando si la expresión matemática de nuestra distribución se aproxima o no a la prevista por Lotka ⁶, e identificación de los autores de mayor productividad.

5) Distribución de los artículos analizados por instituciones o centros de trabajo en que son realizados.

III. Resultados y comentarios

3.1. Artículos

El total de artículos de química publicado por autores españoles en los *Anales de la RSEFQ* desde 1940 a 1965 es de 1.215, lo que supone un promedio de 85,2 artículos por año. Siguiendo la evolución anual de dichos artículos (Tabla 1, Gráfica 1) se aprecian con claridad dos etapas de diferente producción: la primera, comprendida entre 1940 y 1955, en que existe un rápido crecimiento, superándose la producción anterior a la guerra civil de 1948 ⁷, y la segunda entre 1955 y 1965, de estancamiento o ligero retroceso; posteriormente se entrará en un período de rápido crecimiento que no es abordado en el presente trabajo ⁸.

El desarrollo iniciado corre paralelo al producido en física ⁹, aunque habitualmente en la proporción de tres a uno, es decir, que del total de artículos publicados en los *Anales*, un 75% corresponden a trabajos de química y un 25% a trabajos de física, proporción que ha permanecido prácticamente constante desde el inicio de la publicación de la revista en 1903¹⁰.

TABLA 1

EVOLUCION ANUAL DE LOS ARTICULOS DE QUIMICA PUBLICADOS POR AUTORES ESPAÑOLES EN LOS ANALES DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FISICA Y QUIMICA ENTRE 1940 Y 1965.

AÑOS	ARTICULOS	AÑOS	ARTICULOS
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

ARTICULOS DE QUIMICA PUBLICADOS EN LOS ANALES DE QUIMICA . 1940 - 1965
EVOLUCION ANUAL

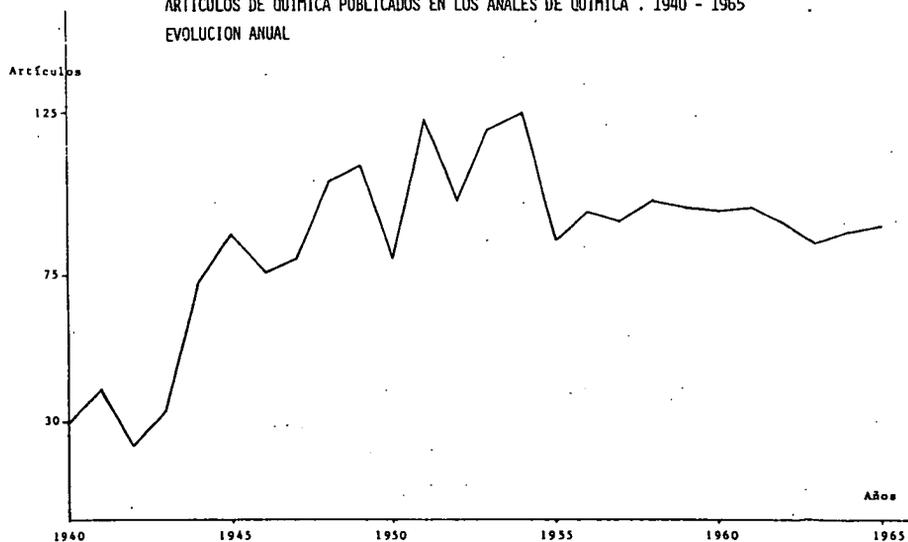


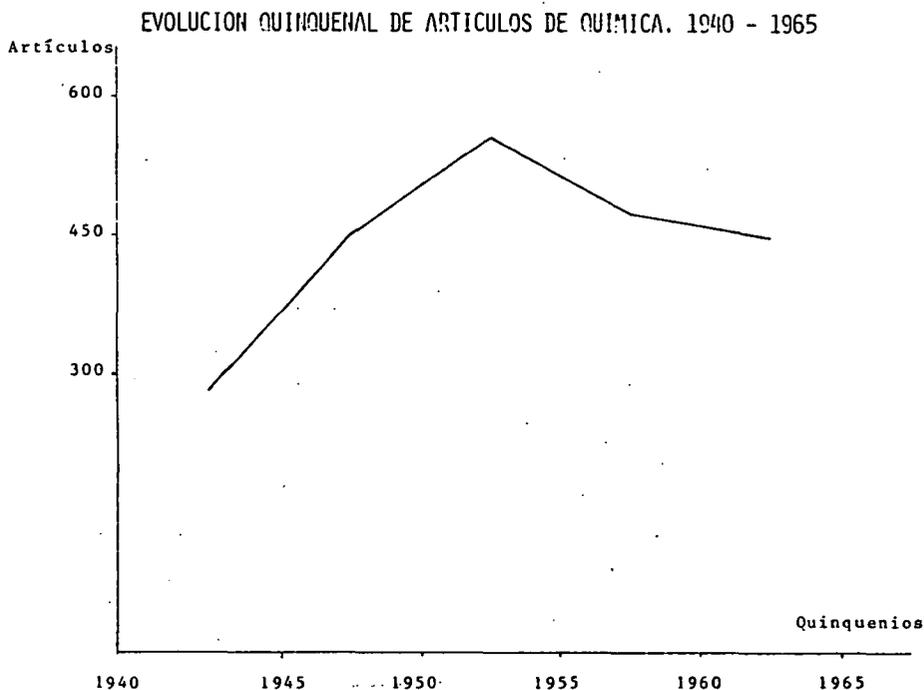
TABLA 2

EVOLUCION QUINQUENAL DE ARTICULOS DE QUIMICA. DISTRIBUCION POR AREAS TEMATICAS.

I. Valores absolutos							
QUINQUENIOS	ARTIC.	QF	QT	QO	QA	QI	OT
1940-45	287	79	43	81	49	30	5
1946-50	449	103	68	115	133	26	4
1951-55	553	152	113	152	111	25	0
1956-60	476	108	57	173	80	56	2
1961-65	450	108	62	135	103	40	2
TOTAL	2.215	550	343	656	476	177	13

II. Valores porcentuales							
QUINQUENIOS	QF	QT	QO	QA	QI	OT	Total
1940-45	27,5	15,0	28,2	17,1	10,5	1,7	100,0
1946-50	22,9	15,1	15,6	29,6	5,8	0,9	99,9
1951-55	27,5	20,4	27,5	20,1	4,5	0,0	100,0
1956-60	22,7	12,0	36,3	16,8	11,8	0,4	100,0
1961-65	24,0	13,8	30,0	22,9	8,9	0,4	100,0
Porcentajes							
Globales	24,8	15,5	29,6	21,5	8,0	0,6	100,0

Observando la producción quinquenal (Tabla 2, Gráfica 2) se aprecian con mayor claridad las dos etapas mencionadas anteriormente: así, en los tres primeros quinquenios considerados se pasa de un promedio de 47,8 artículos por año en el primero a 89,8 en el segundo a 110,6 en el tercero; pero en los dos restantes tales valores, muy próximos entre sí, son inferiores a este último: 95,2 en 1956-1960 y 90,0 en 1961-1965.



GRAFICA 2

3.2. Clasificación por áreas temáticas

Los artículos que consideramos han sido clasificados en cinco áreas temáticas siguiendo una división tópica en química: Química-Física (QF), Química Técnica (QT), Química Orgánica (QO), Química Analítica (QA) y Química Inorgánica (QI); algunos artículos más, no susceptibles por su contenido de ser encuadrados en ninguna de estas áreas, se han incluido en un apartado común, Otros Artículos (OA).

Analizando la evolución quinquenal temática (Tabla 2, Gráfica 3) puede apreciarse que la QO constituye el área más prolífica, con 656 artículos y un porcentaje global del 29,6% oscilando sus porcentajes sobre el total de artículos publicados por quinquenio entre el 25,6 y el 36,3%. Se observa en este tema la temprana formación de equipos de trabajo, líneas de investigación avanzadas (polímeros productos naturales, bioquímica, etc), destacando en la misma por su productividad autores como Lora Tamayo, Santos Ruiz o González González.

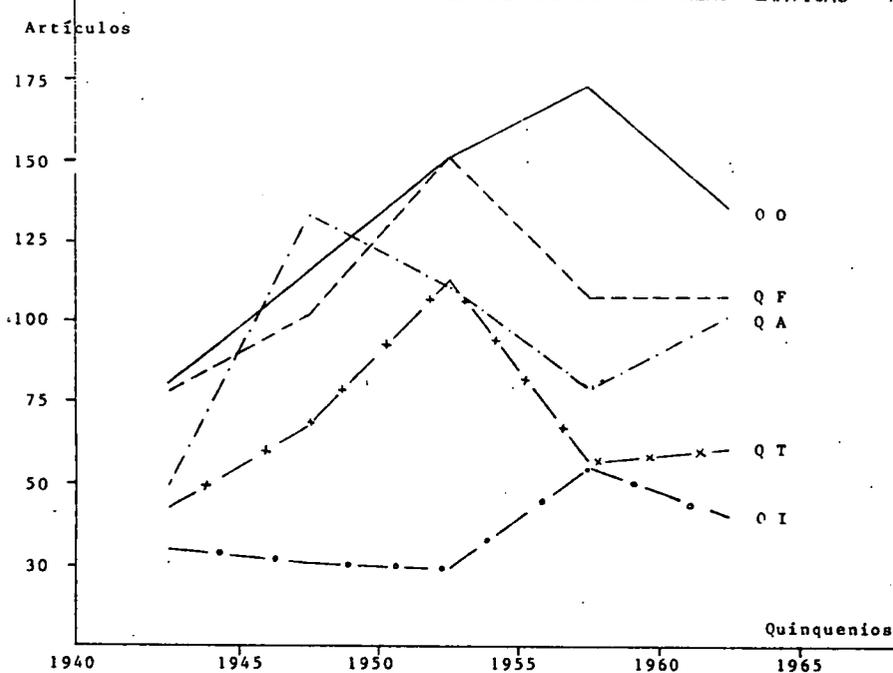
El área más productiva en segundo lugar en la de QF, con 550 artículos y un porcentaje global del 24,8% y cuyos valores porcentuales por quinquenio están comprendidos entre el 22,7 y el 27,5% con líneas de investigación destacadas en polarografía, cinética de reacciones, etc., equipos de trabajo apreciables desde el primer quinquenio y un porcentaje global del 21,5% correspondientes a sus 476 artículos. Destacan en este área algunas interesantes líneas de investigación, como por ejemplo, indicaciones, determinación de elementos, traza, etc., y cuenta con autores de elevada productividad como Sierra, Burriel, Bermejo, Buscarons, etc.

La QT, con 343 artículos en total y un porcentaje global del 15,5% posee, en conjunto, la producción más irregular en cuanto a líneas de investigación, que son variadísimas, apreciándose más tardíamente que en los demás equipos de investigación, aunque al final del periodo estudiado ya adquieren una importante significación. Su producción relativa quinquenal oscila entre los valores del 12,0% y el 20,4%, destacando como autores de mayor productividad Batuecas, Ocón, etc.

En QI, que con 177 artículos y un porcentaje sobre el total del 8,0% constituye el área de menor producción, el mayor valor porcentual por quinquenio se alcanza en el de 1956-60 con un 11,8% y el menor en el período inmediato anterior con un 4,5%. En este área se aprecian interesantes líneas de investigación en complejos, silicatos, etc., contando entre sus más productivos investigadores a Beltrán, González, García Trujillo, etc.

Finalmente el apartado de Otros Artículos, que cuenta solamente con 13 trabajos y un valor porcentual global del 0,6% incluye artículos de temática muy diversa (historia de la química, geología, informes técnicos, etc.) y únicamente tiene una reducida significación en los años iniciales de nuestro estudio.

DISTRIBUCION QUINQUENAL DE ARTICULOS DE QUIMICA POR AREAS TEMATICAS



G R A F I C A 3

3.3. Artículos en colaboración

El estudio de los trabajos en colaboración junto al análisis de las referencias y autorreferencias bibliográficas, así como la posible adecuación de la relación artículos-autor a la distribución de Lotka, constituyen tres aproximaciones fundamentales para dilucidar la existencia de equipos de investigación, responsables de tales equipos, relación con otros, etc.

Centrándonos ahora en el estudio de los trabajos en colaboración, observamos que el número de artículos realizados individualmente supone el 20,4% del total, mientras que el casi 80% restante es realizado en colaboración, abundando sobre todo los trabajos con dos autores, que supo-

nen el 56,3% del total (Tabla 3). También poseen importancia cuantitativa los artículos con tres firmas que suponen el 19,3%, casi el mismo valor que los efectuados de forma individual. Por último, los trabajos con cuatro o más autores suponen tan solo el 4,0% del total.

TABLA 3

EVOLUCION QUINQUENAL DE LOS ARTICULOS DE QUIMICA REALIZADOS EN COLABORACION

I. Valores absolutos				
QUINQUENIOS	1 autor	2 autores	3 autores	4 autores o más
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	1.248	427	88
II. Valores porcentuales				
QUINQUENIOS	1 autor	2 autores	3 autores	4 autores o mas
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	5,0
1961-1965	13,6	46,9	28,4	11,1
Porcentajes				
Globales	20,4	56,3	19,3	4,0

Más significativa que la distribución que acabamos de indicar es la evolución quinquenal de estos trabajos, pues a través de la misma es posible apreciar, en líneas generales, la tendencia creciente a la realización de artículos en equipo en detrimento de los efectuados por un solo autor. Así, para estos últimos, el porcentaje correspondiente al primero de los períodos considerados es del 47,4%, bajando considerablemente entre el diez y el quince por ciento en los dos últimos períodos. Por el contrario, los porcentajes correspondientes a los artículos con tres firmas o más van creciendo paulatinamente del exiguo 4,4% inicial hasta el 40% del último quinquenio: Mientras tanto, los artículos con dos autores se mantienen en unos porcentajes casi constantes, que suponen en casi todos los períodos considerados valores algo superiores a la mitad de los trabajos publicados en el correspondiente quinquenio, muy similares al valor global antes indicado. En resumen, a partir de los datos obtenidos se aprecia claramente, en términos globales, la existencia de equipos de trabajo, siguiendo la tónica común en la realización del trabajo científico a lo largo del presente siglo ¹¹.

La evolución quinquenal de los trabajos en colaboración en las distintas áreas temáticas presenta formas diferentes de evolución como se puede observar en las Tablas 4 y 5. Así en primer término podemos apreciar que la producción significativa de artículos en colaboración no comienza simultáneamente en todas las áreas: mientras que en FQ, QO y QA los porcentajes de los artículos realizados individualmente son claramente inferiores a los efectuados por más de un autor desde el período 1940-45, en QI, sin embargo, los trabajos con un autor son mayoritarios hasta los años cincuenta. Cabe señalar también el paralelismo existente entre las áreas de mayor productividad y la conformación más temprana de equipos de trabajo, puesta de manifiesto en nuestro caso en QO y en QF.

3.4. Relación artículos-autor

Los 2.215 artículos considerados son realizados por 1.073 autores, lo que supone una relación de 2,1 trabajos por autor. No obstante, la distribución entre artículos y autores es muy variable (Tabla 6), aproximándose a la ley de distribución planteada por Lotka, con una expresión en nuestro caso para la relación entre el número de autores con n artículos (A_n) y dicho número de artículos dada por

$$A^n = 342,14 n^{-1,51}$$

TABLA 4

ARTICULOS EN COLABORACION. DISTRIBUCION QUINQUENAL POR AREAS TEMATICAS

1. QUIMICA-FISICA

Artículos con	1940-45	1946-50	1951-55	1956-60	1961-65
1 Autor	29	19	33	13	17
2 Autores	49	69	86	72	45
3 Autores	1	15	31	20	29
4 ó más	0	0	2	3	17

2. QUIMICA-TECNICA

1 Autor	27	27	13	9	4
2 Autores	14	34	57	23	31
3 Autores	2	6	33	22	16
4 ó más	0	1	10	3	11

3. QUIMICA ORGANICA

1 Autor	33	18	29	11	17
2 Autores	42	79	87	99	57
3 Autores	6	18	35	47	46
4 ó más	0	0	1	16	15

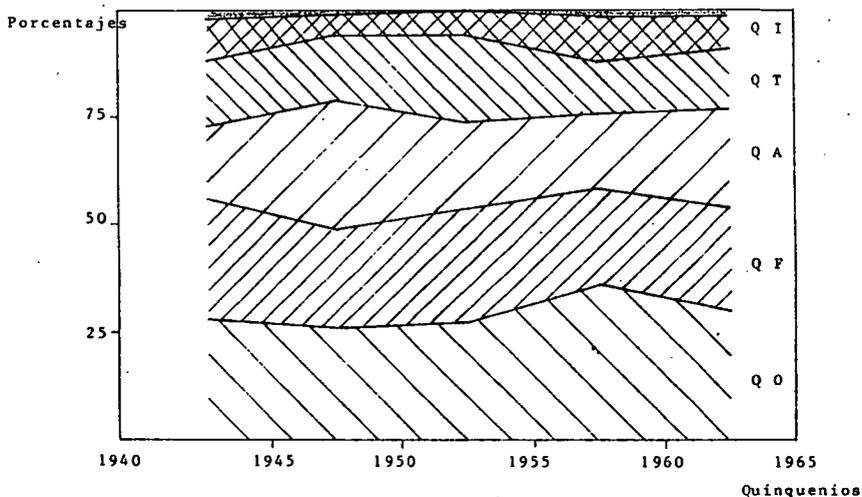
4. QUIMICA ANALITICA

1 Autor	21	24	19	8	15
2 Autores	27	101	79	48	55
3 Autores	1	8	13	23	31
4 ó más	0	0	0	1	2

5. QUIMICA INORGANICA

1 Autor	21	13	5	8	6
2 Autores	6	11	19	35	23
3 Autores	3	2	1	12	6
4 ó más	0	0	0	1	5

DISTRIBUCION QUINQUENAL PORCENTUAL DE ARTICULOS DE QUIMICA POR AREAS TEMATICAS



G R A F I C A 4

Además, si consideramos los trabajos acumulados (Tabla 7) comprobamos que aproximadamente el uno por ciento de los autores publica el 15,3% de los artículos, o que el 10% del total de autores realiza más del 50% de los artículos, en concordancia con lo planteado por Lotka ¹².

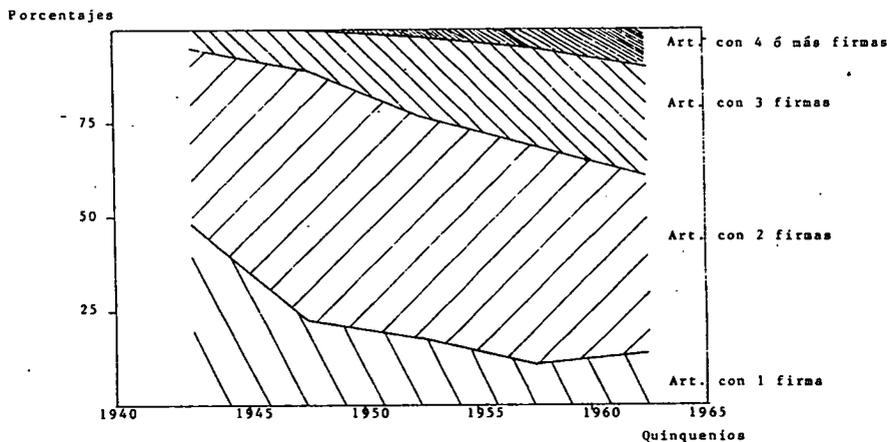
Los máximos productores, comprendidos en el uno por ciento antes indicado y que publican más de cuarenta artículos, son los siguientes: Rius Miró, con 126 artículos, correspondientes a FQ y a QT; Burriel, con 96 artículos en QA; Lora Tamayo, con 88 artículos en QO; Sierra, con 65 en QA; Llopis, con 59 en QF; Buscarons, con 51 en QA; Ribas Marqués, con 50 en QO; Pascual Villa, con 47 en QO; González González, con 44 en QO; Beltrán, con 43 en QI; y Santos Ruiz, con 40 en QO.

TABLA 5

ARTICULOS EN COLABORACION. DISTRIBUCION PORCENTUAL POR QUINQUENIOS Y AREAS TEMATICAS.

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

EVOLUCION QUINQUENAL PORCENTUAL DEL NUMERO DE FIRMAS POR ARTICULO



GRAFICA 5

3.5. Centros de trabajo

Normalmente, en los países de nuestro entorno geográfico y cultural, la investigación científica es realizada básicamente en tres espacios institucionales: Universidades, organismos públicos (o privados) de investigación y establecimientos o laboratorios industriales. Ateniéndonos a este esquema general de procedencia, hemos clasificado los artículos analizados (Tabla 8), obteniendo una distribución cuyos aspectos más destacados pasamos a continuación a exponer ¹³.

Los centros universitarios, casi en su totalidad Cátedras de Facultades de Ciencias Químicas, de Farmacia y de Escuelas de Ingenieros Industriales, constituyen el área institucional que produce mayor cantidad de trabajos en todos los quinquenios considerados (salvo el primero), siendo su producción global la mitad del total publicado en los *Anales*.

TABLA 6

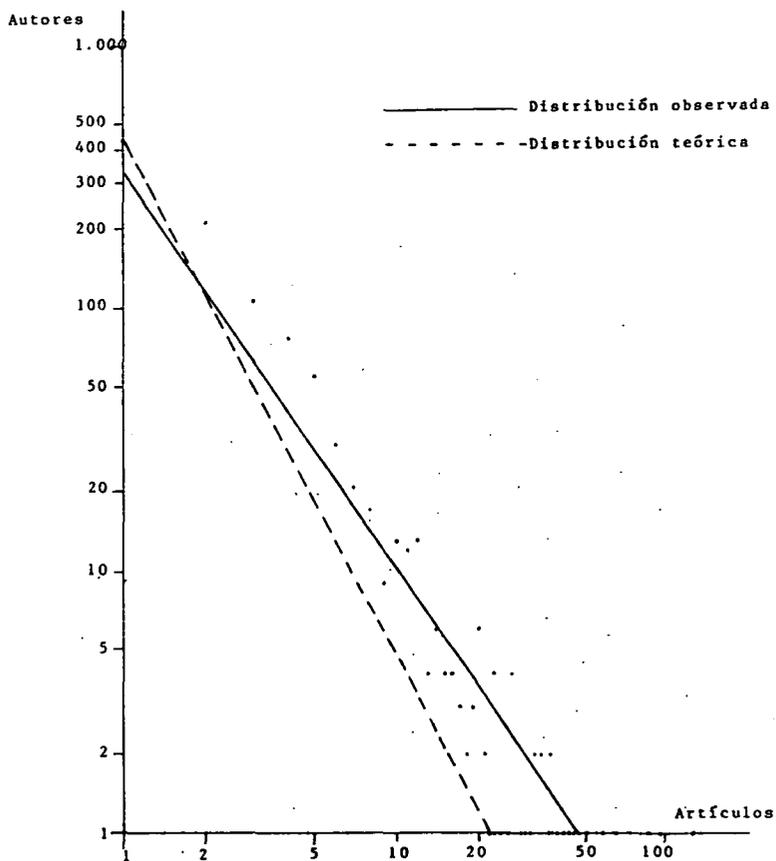
DISTRIBUCION DE ARTICULOS Y AUTORES

Nº ART. (n)	AUT con n ART	Nº ART. (n)	AUT con n ART
1	438	24	1
2	211	26	1
3	108	27	1
4	76	29	2
5	55	30	1
6	30	31	1
7	21	32	2
8	17	34	2
9	9	35	1
10	13	38	2
11	12	39	1
12	13	40	1
13	4	43	1
14	6	44	1
15	4	47	1
16	4	50	1
17	3	51	1
18	2	59	1
19	3	65	1
20	6	88	1
21	2	96	1
22	1	126	1
23	4		

Entre los Centros públicos (o privados) de investigación merece especial mención el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, razón por la cual hemos individualizado su producción, diferenciándola del resto de los centros indicados. En efecto, el CSIC, creado tras la guerra civil como respuesta y en sustitución a la anterior Junta de Ampliación de Estudios¹⁴ es el organismo que, después de los centros universitarios anteriormente mencionados, cuenta con una mayor producción de artículos,

con una diferencia considerable sobre los restantes. Incluso en el período inicial, en 1940-45, es el que produce mayor cantidad de trabajos, manteniendo en los restantes una producción importante que oscila aproximadamente entre el 33 y el 42%.

DISTRIBUCION DE AUTORES Y ARTICULOS
LEY DE LOTKA



GRAPICA 6

TABLA 7

DISTRIBUCION DE ARTICULOS Y AUTORES. VALORES ACUMULADOS

AUTORES (ACUMULADOS)	% sobre TOTAL AUTORES	ARTICULOS (ACUMULADOS)	% sobre TOTAL ARTICULOS
11	1,0	701	15,3
55	5,1	1.723	37,6
112	10,4	2.358	51,4
311	29,0	3.400	74,2
630	58,7	4.164	90,4
1.073	100,0	4,584	100,0

TABLA 8

DISTRIBUCION DE ARTICULOS POR CENTROS DE TRABAJO. EVOLUCION QUINQUENAL.

I. Valores absolutos

centros de trabajo	1940-45	1946-50	1951-55	1956-60	1961-65	TOTAL
Universidad	115	251	334	259	230	1.189
C.S.I.C.	143	205	208	201	158	915
Centros Públicos	27	10	15	21	61	134
Laboratorios						
Industriales	22	4	1	9	8	44
Otros centros	11	25	39	9	26	110

II. Valores Porcentuales

Universidad	37,0	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 Públicos	8,4	2,0	2,5	4,2	12,6	5,6
Laboratorios						
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

Además del CSIC, otros centros, como el Instituto Químico de Sarriá (de carácter privado), la Junta de Energía Nuclear (dependiente del Ministerio de Industria), el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (dependiente del Ministerio del Aire), el Instituto Español de Oceanografía, etc., son responsables de una parte de la producción analizada en proporciones muy variables y que en el mejor de los casos llegan a casi el 13% en el último de los quinquenios considerados en nuestro estudio, debido especialmente a los trabajos realizados en la JEN, que es el organismo de este grupo que contribuye con mayor cantidad de trabajos.

En cuanto a los laboratorios o centros industriales, lo más destacable en el aspecto que analizamos es su paupérrimo papel¹⁵, pese al apoyo estatal indirecto mediante los beneficios fiscales otorgados a las empresas que destinaban fondos a la investigación científica. Abundando en este tema el fomento de ayudas a la investigación científica en las empresas, cabe señalar la constitución en 1958 de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, con el objeto (teóricamente al menos) de coordinar y programar la política científica creando los "visitadores técnicos" de las pequeñas y medianas empresas, y promoviendo en 1961 la creación de la Asociación de Empresas para la Investigación con ayuda estatal. A la vista de los resultados obtenidos, al menos en lo que a la producción de investigaciones químicas se refiere, no parece que se obtuviesen resultados demasiados halagüeños, dando más bien la impresión de una nueva estructura burocrática y propagandística sin efectividad¹⁶. Como datos que constatan lo que acabamos de indicar, baste decir que los trabajos realizados en tales centros suponen como mucho, el 6,8% en el período inicial de 1940-45, no llegando en los períodos posteriores a porcentajes del dos por ciento. Además la mayoría de los artículos comprendidos en estos centros de trabajo son realizados en empresas de procedencia paraestatal, pues se producen en empresas del INI, como la Empresa Nacional Calvo Sotelo, RENFE, Piritas Españolas, etc.¹⁷.

4. Conclusiones

En base a los resultados anteriores hemos extraído las siguientes conclusiones:

1. La investigación química española, que había alcanzado un notable desarrollo en los años treinta, se vió gravemente afectada por la guerra ci-

vil, lo que se manifiesta en diversos aspectos: los principales productores de dicha época apenas si publican posteriormente¹⁸, hay una disminución cuantitativa en los trabajos publicados (el nivel de los años treinta no es alcanzado hasta casi los años cincuenta), así como en los artículos realizados en colaboración, no existe además, coincidencia temática en la producción analizada ahora y la anterior, etc. Todo ello apunta a que la investigación química en los años cuarenta y posteriores no supuso una continuación de la realizada anteriormente, sino en gran medida, un reinicio de la misma.

2. El total de artículos es de 2.2.15 y su evolución a lo largo del período analizado presenta dos etapas diferenciadas: una primera ascendente, que abarca el período comprendido entre 1940 y 1955, y otra segunda, de estancamiento y ligero retroceso, en los años restantes.

3. A través de la época estudiada se consolida el trabajo en equipo, llegando a representar los artículos con tres o más firmas el 40% del total de la producción.

4. Las áreas temáticas más pujantes, desde un punto de vista cuantitativo, son las de Química Orgánica y Química Física, con 656 y 550 artículos respectivamente, siendo ambas además las que presentan más tempranamente la conformación de trabajo en equipo.

5. En total hay 1.073 autores, lo que supone un promedio de 2,1 artículos por autor, existiendo una relación entre el número de artículos y el de autores expresable mediante la relación:

$$A^n = 342,14 n^{-1,51}$$

Entre los autores de mayor productividad cabe señalar a Rius Miró, con 126 artículos (correspondientes a QF y a QI), Burriel, con 96 (QA), Lora Tamayo, con 88 (QO), Sierra, con 65 (QA), etc.

6. Excepto en el período de 1940-1945, la producción efectuada en los diversos centros universitarios (cátedras de Química, básicamente) es muy superior a la del resto de instituciones. Cabe destacar también la producción debida al CSIC, en tanto que la realizada en otras instituciones, especialmente en centros o laboratorios industriales, es muy reducida.

NOTAS

1 VALERA-MARSET (1980).

2 Este trabajo se inscribe en una serie de investigaciones que llevamos realizando sobre la investigación española en física y en química a lo largo del presente siglo, analizando fundamentalmente la producción científica que en estas materias se publica en los *Anales de la RSEFQ*. Véanse, además del trabajo indicado en la primera nota, INIESTA y col. (1981), LOPEZ FERNANDEZ y col. (1981), VALERA (1982 y 1983), LOPEZ FERNANDEZ (1983), MARSET y col. (1981).

3 Véase LOPEZ FERNANDEZ (1982), en donde se pone de manifiesto que los *Anales* constituye la revista más representativa hasta mediados de los sesenta, en que aparecen gran número de revistas especializadas. Véase también PEREZ ALVAREZ-OSORIO (1977), donde se aplica la ley de Bradford a las revistas químicas españolas.

4 OCDE (1966), OCDE (1971), ...

5 LOPEZ PIÑERO (1972), PRICE (1973).

6 LOTKA (1926).

7 Véase los niveles de producción anteriores a la guerra civil en INIESTA y col. (1982).

8 Aparte de otros factores de política científica y de presupuestos, analizados en lo relativo al CSIC en GRUPO MURCIANO O DE INVESTIGACION (1974), también comienza a generalizarse en esta época la tendencia a publicar en revistas extranjeras por parte de los autores españoles.

9 El desarrollo en física en esta época puede verse en LOPEZ FERNANDEZ (1983) y en LOPEZ FERNANDEZ y col. (1982).

10 La proporción indicada se mantiene independiente de que la separación entre artículos de física y de química haya sido realizada por nosotros o por la propia revista (lo que se produce a partir de 1948).

11 Véase PRICE (1973).

12 En la Tesis Doctoral en preparación del primer firmante del presente trabajo se hace un seguimiento detallado de la Ley de Lotka, así como de las correcciones introducidas por NAVARRO-TERRADAS (1977) y RAO (1980).

13 Algunos de los artículos están incluidos en más de un centro ya que al estar realizados en colaboración sus distintos firmantes, en algunos casos, corresponden a más de un centro.

14 Un estudio del CSIC y su política científica puede verse en GRUPO MURCIANO DE INVESTIGACION (1974).

15 Hay muchas referencias sobre este problema, LOPEZ FERNANDEZ (1983) OCDE (1966 y 1971), BAYO (1970), RODRIGUEZ OSUNA (1978), TAMAMES (1973), etc.

16 No obstante, en OCDE (1966) se dice que las empresas "no tienen noción clara sobre el significado práctico de la aplicación de los beneficios fiscales" y además, "la acción de los organismos oficiales no alcanza a todo el campo industrial de manera suficiente, debido a los pocos medios o a deficiente información".

17 Señalemos también que en el tercero de los quinquenios considerados comienza a publicarse la revista *Química e Industria* que probablemente debería recoger los artículos efectuados en centros industriales, dejando por tanto de aparecer en los *Anales*.

18 De los doce autores más productivos indicados en INIESTA y col. (1982) en el período anterior a la guerra civil, dos ya habían fallecido antes de su inicio, y de los diez restantes, seis no publican nada, tres publican sólo un artículo y solamente uno, J. Guzmán, publica cinco, todos ellos entre 1940 y 1946.

BIBLIOGRAFIA

- BAYO, E. (1970): *El 'desafío' en España*, Barcelona, Plaza y Janés.
- GARMA, S. (ed.) (1980): *El científico español ante su historia. La ciencia en España entre 1750-1850. I Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, Madrid, Servicios de Extensión Cultural y Divulgación de la Diputación Provincial.
- GRUPO MURCIANO DE INVESTIGACION (1974): *Investigación y democracia*, Triunfo, nº 639 (28-12-1974) 26-31.
- INIESTA, M.A.; VALERA, M.; LOPEZ FERNANDEZ, C.; MARSET, P. (1982): Evolución de la producción científica en química en el primer tercio del siglo XX a través de los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias, Jaca, septiembre 1982 (en prensa).
- LOPEZ FERNANDEZ, C.; VALERA, M.; INIESTA, M.A.; MARSET, P. (1982): Evolución bibliométrica de la producción en física de la Real Sociedad Española de Física y Química para el período 1940-1975, II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias, Jaca, septiembre 1982 (en prensa).
- LOPEZ FERNANDEZ, C. (1983): La producción española en física durante en franquismo (1940-1975) a través de los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Murcia, Tesis de Doctorado.
- LOPEZ PIÑERO, J.M. (1972): *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica*, Valencia, Centro de Documentación e Informática Médica de la Facultad de Medicina.
- LORA TAMAYO, M. (1981): *La investigación química española*, Madrid, Alhambra.
- LOTKA, A.P. (1926): The frequency Distribution of Scientific Productivity, *J. Washington Acad. Sciences*, 16, 317-322.
- MARSET, P.; VALERA, M.; LOPEZ FERNANDEZ, C. (1981): Repercusiones de la guerra civil española (1936-1939) en la producción científica en física a través de los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, (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, Ministerio de Educación y Ciencia.
- O.C.D.E. (1971): *Políticas nacionales de la Ciencia. España*. Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia.
- PEREZ ALVAREZ-OSORIO, J.R. (1977): Un ensayo de evaluación de las revistas químicas españolas, *Rev. Esp. de Documentación Científica*, 1, 21-29.
- PRICE, J.D.S. (1973): *Hacia una ciencia de la ciencia*, Barcelona, Ariel.
- RAVICHANDRA RAO, J.K. (1980): The distribution of scientific Productivity and social change, *J. Am. Soc. for Information Science*, 31, 111-123.
- RODRIGUEZ OSUNA, J. (1978): *Población y desarrollo en España*, Madrid CUPSA.
- TAMAMES, R. (1973): *La República. La era de Franco*. Madrid, Alianza.
- TERRADA, M.L.; NAVARRO, V. (1977): La productividad de los autores españoles de bibliografía médica. *Rev. Esp. de Documentación Científica*, 1, 9-19.
- VALERA, M.; MARSET, P. (1980): Aspectos bibliométricos e institucionales de la Real Sociedad Española de Física y Química para el período 1903-1937, in GARMA (ed.) (1980), 391-432.
- VALERA, M. (1982): La producción española en Física a través de los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* (1903-1937). Murcia, Tesis de Doctorado.
- VALERA, M. (1983): La física en España durante el primer tercio del siglo XX, *LLULL*, 5, 149-173.