

**EVOLUCION DE LA PRODUCCION CIENTIFICA EN  
QUIMICA EN EL PRIMER TERCIO DEL SIGLO XX  
A TRAVES DE LOS ANALES DE LA REAL SOCIEDAD  
ESPAÑOLA DE FISICA Y QUIMICA**

**María Angeles INIESTA**

Prof. Agre. Física y Química

I.N.B. de Torreveja

**Manuel VALERA**

Prof. Ayte. Historia de la Medicina

Facultad de Medicina. Murcia.

**Carlos LOPEZ**

Prof. Agreg. Matemáticas

I.N.B. Alfonso X. Murcia

**Pedro MARSET**

Prof. Agreg. Historia de la Medicina.

Facultad Medicina. Murcia

I. INTRODUCCION

Durante el siglo XX, la Química ha pasado de ser una joven Ciencia a constituir una disciplina de primer orden, edificada a partir de sus leyes fundamentales y aportando contribuciones importantes a otras ciencias. En consecuencia, la investigación química ocupa un lugar importante, no sólo en las Universidades, sino en los programas industriales y en los planes gubernamentales; asimismo, en este periodo tiene lugar la aparición y consolidación de equipos de investigación, frecuentemente constituídos por grupos de especialistas representantes no sólo de las diversas ramas de la Química sino también de las Matemáticas, la Electrónica e incluso de la Biología y la Medicina; los descubrimientos comienzan a tener, así, un carácter colecti-

vo que antes difícilmente alcanzaban. Otro hecho importante es la conexión con el resto de grupos que realizan trabajos similares a nivel internacional, fenómeno que se produce con una intensidad notablemente superior a la usual hasta entonces.

Nos restringiremos en el presente trabajo al aspecto concreto de la Real Sociedad Española de Física y Química, a partir de la información obtenida de sus *Anales*; posteriormente, podría abordarse el análisis del resto de instituciones científicas relacionadas con la Química, a fin de obtener un marco general orientativo sobre la evolución y situación de la Química y sobre la vida científica española en el primer tercio de este siglo, que, a su vez, sirva de punto de referencia para estudiar la evolución posterior a la guerra civil<sup>1</sup>.

Siguiendo la línea iniciada por M. Valera y P. Marse<sup>2</sup> sobre artículos publicados, socios, financiación, etc. de la Real Sociedad Española de Física y Química mediante los datos recogidos de sus *Anales*, realizamos el estudio de la producción en Química en España para el primer tercio de este siglo.

El presente estudio constituye un avance de la tesis doctoral del primero de los autores.

## II. MATERIAL Y METODO

La fuente de datos, ha sido los *Anales* de la Real Sociedad Española de Física y Química, desde su fundación, en 1903, hasta 1937, en plena guerra civil, año en que dejan de publicarse, no reapareciendo hasta después de que ésta termine.

De ellos hemos extraído todos los datos referentes al total de artículos publicados, de los que hemos seleccionado los pertenecientes a Química, sus autores y bibliografía utilizada. Con los datos obtenidos de los artículos, aplicando el método bibliométrico<sup>3</sup> se han clasificado éstos:

1. Cronológicamente.

2. Temáticamente, en Química Orgánica, Química Física, Química Inorgánica y Química Analítica.

3. Por autores, tanto distinguiendo los más prolíficos de aquellos que contribuyen con pocos artículos y analizando la adecuación de la producción de los distintos autores a la ley de Lotka<sup>4</sup>, como por la producción de artículos en colaboración que se han ido produciendo en este periodo co-

mo dato orientativo sobre el trabajo en equipo.

Se han dejado para trabajos posteriores un conjunto de datos asimismo extraídos sobre resúmenes de trabajos extranjeros, índices de artículos, libros recibidos, citas o referencias por países de procedencia y artículos que también se publican en revistas extranjeras.

### III. RESULTADOS

#### 1.- Artículos:

Durante este periodo, se publican 1.320 artículos de Química, lo que supone una media de 38,8 artículos por año.

Analizando anualmente y por quinquenios los datos obtenidos (tabla 1 y gráfica 1), se delimitan tres etapas. Una primera etapa de 12 años de lento crecimiento (1903-1915); una segunda etapa de 5 años de decrecimiento (1915-1920); y una última de 17 años de rápido crecimiento (1920-1937) que la guerra civil interrumpe. Se puede observar esta evolución a través de la tasa de crecimiento anual y quinquenal (gráfica 3) donde también se delimitan estas tres etapas.

#### 2.- Temas:

Se han clasificado los artículos publicados en este periodo en cuatro áreas temáticas y clásicas en la Química: Química Orgánica (QO), Química Física (QF), Química Inorgánica (QI) y Química Analítica (QA).

Analizando anual y quinquenalmente la evolución conjunta y por separado de los artículos clasificados de esta forma (tabla 2 y gráfica 2), se pueden apreciar los siguientes hechos: en primer lugar destaca la importancia que va adquiriendo la QO. Se observa así, un rápido crecimiento a partir del año 1916, crecimiento que no se interrumpe hasta el final del periodo estudiado en que ocupa casi la mitad, un 45%, de lo publicado. Mientras en el quinquenio 1909-1910, supone tan solo un 18% del total, para el quinquenio 1911-1915 llegar a constituir un 27% y a partir del año 1916 y hasta el final del periodo estudiado se mantiene en un porcentaje del 45%.

En segundo lugar, es de resaltar como, por el contrario, la Química Física tiene una evolución opuesta a la de la Química Orgánica. De esta forma, se pasa del 47% del total de la literatura Química en el quinquenio

**TABLA 1: EVOLUCION DEL NUMERO DE ARTICULOS PUBLICADOS EN QUIMICA (1903-1937).**

AÑOS	ARTICULOS	AÑOS	ARTICULOS
1903	24	1922	54
1904	31	1923	22
1905	32	1924	24
1906	25	1925	24
1907	15	1926	39
1908	26	1927	23
1909	25	1928	33
1910	27	1929	88
1911	24	1930	82
1912	34	1931	62
1913	39	1932	82
1914	35	1933	90
1915	26	1934	85
1916	23	1935	72
1917	20	1936	51
1918	25	1937	9
1919	16		
1920	16	TOTAL	1.320
1921	17		

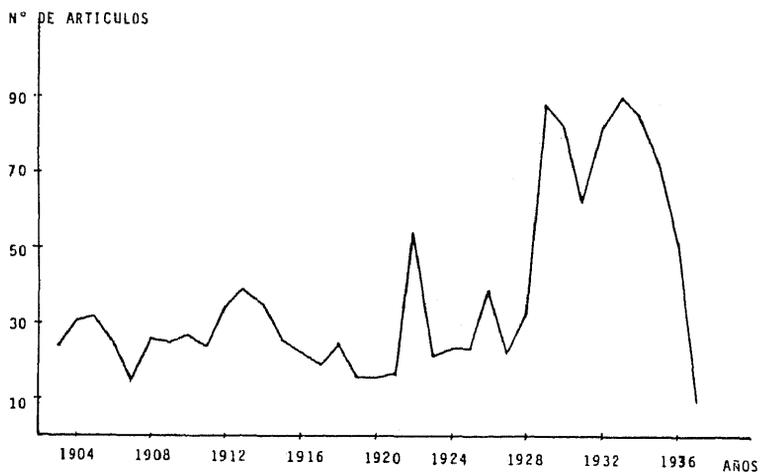
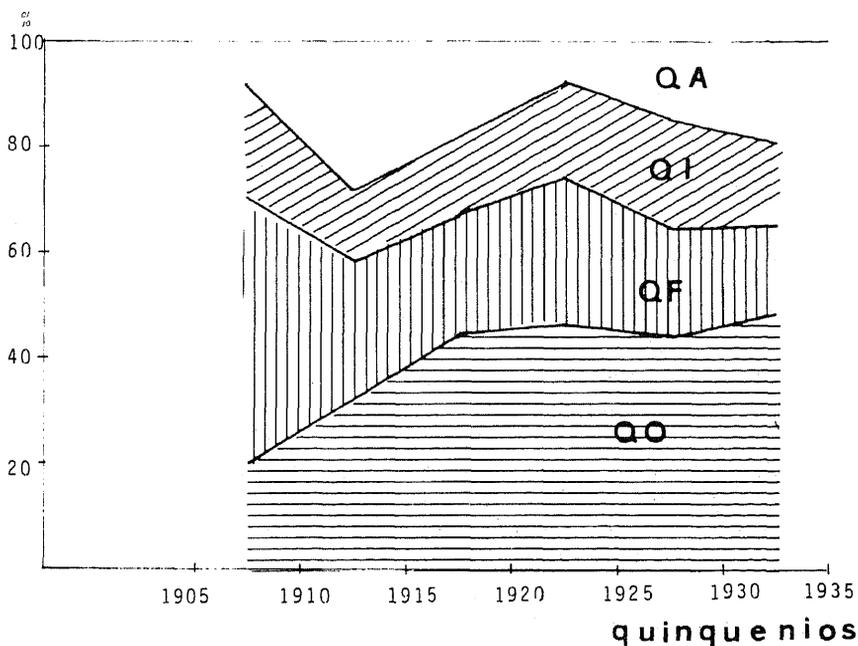
**GRAFICA 1. Evolución anual del número de artículos de Química a lo largo del periodo 1903-36.**

TABLA 2: ARTICULOS PUBLICADOS EN QO, QF, QI y QA Y PORCENTAJE POR PERIODOS QUINQUENALES.

PERIODOS	QO	%QO	QF	%QF	QI	%QI	QA	%QA
1906-10	24	20,3	59	50	25	21,2	10	8,5
1911-15	50	31,6	41	25,9	21	13,3	46	29,1
1916-20	44	44	23	23,0	15	15,0	18	18,0
1921-25	65	46,1	39	27,7	26	18,4	11	7,8
1926-30	119	44,9	50	18,9	55	20,7	41	15,5
1931-35	189	48,3	66	19,6	61	15,6	75	19,2

Fuente: Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química.



GRAFICA 2. Evolución quinquenal del porcentaje correspondiente a cada una de las grandes áreas de investigación.

1906-1910, al 22% en el comprendido entre los años 1916-1920, porcentaje que va declinando con ligeras fluctuaciones hasta el final del periodo estudiado.

En QI se observa en general un mantenimiento del porcentaje, ocupando a lo largo de todo el periodo un 18% aproximadamente aunque con ligeras oscilaciones, ya que de un 22% en el quinquenio 1906-1910 pasa a un 12% en el quinquenio siguiente, porcentaje que sube ligeramente hasta casi mantenerse en un 15%.

Por último, en QA, se distinguen tres periodos; un primer periodo de crecimiento (1906-1915), un decrecimiento de 10 años (1915-1925) y un tercero de rápido crecimiento (1925-1935). Comparativamente, la QA supone en el quinquenio 1906-1910, un 10% de la literatura química publicada; posteriormente aumenta en proporción hasta convertirse en un 25% en el quinquenio 1911-1925, tan sólo un 9% de la producción total. Tras un descenso, el periodo estudiado termina con una nueva etapa de crecimiento.

### 3.- Autores:

#### 3.1. Productividad.

El total de 1.856 artículos acumulados ha sido publicado por 443 autores lo que da una productividad media de 4,18 artículos por autor, pero de éstos 443 autores, 22 (aproximadamente un 5%) publican 642 artículos (34,6%), 44 autores (un 10%) publican la mitad de los artículos (930 artículos, 50% en porcentaje) y 222 autores (un 50,1) publican 1.635 artículos (el 88%). Hay por lo tanto 221 autores (un 50%) que publican tan sólo un artículo en el periodo estudiado (12% de artículos).

El modelo matemático de Lotka<sup>3</sup> para analizar la productividad de los autores aplicado al presente trabajo nos da un valor para  $a = 1,338$  con un coeficiente de correlación  $r = 0,9388$  (tabla 3 y gráfica 3). Al analizar los índices de los máximos productores (tabla VII), destacan: E. Moles con 104 artículos y un índice de productividad de 2,02; J. Muñoz del Castillo con 69 artículos y un índice de productividad de 1,83; O. Fernández con 42 artículos y un índice de productividad de 1,56. Por último citaremos a A. del Campo y J. Guzman con 35 artículos cada uno, correspondiéndoles un índice de productividad de 1,54.

TABLA 3: DISTRIBUCION TRABAJOS/AUTOR (LEY DE LOTKA).

TRAB./AUT. (n)	Nº de AUT. con n trab.	TOTAL de TRAB. para cada n
1	221	221
2	63	126
3	36	108
4	24	96
5	16	80
6	11	66
7	12	84
8	5	40
9	5	45
10	6	60
11	2	22
12	9	108
13	3	39
14	3	42
15	3	45
16	2	32
17	4	68
18	2	36
19	2	38
20	1	20
21	2	42
22	2	44
24	1	24
26	1	26
28	1	28
29	1	29
35	1	35
37	1	37
42	1	42
69	1	69
104	1	104
<b>TOTAL</b>	<b>443</b>	<b>1.856</b>



### 3.2. Trabajo en equipo

El trabajo en equipo, analizando el número de artículos publicados por uno, dos, tres o más autores (tabla 4 y gráfica 4), demuestra que en general éste es muy reducido, sobre todo en los primeros años, aunque se observa un decrecimiento en el número de artículos publicados por un solo autor, ya que supone un 92% en el quinquenio 1906-1910 y llega a menos de la mitad en el correspondiente a 1931-1935, lo que indica que a partir de 1930, la mayoría de los artículos, se publican en cooperación al menos de dos autores. El número de artículos publicados por tres autores o más se mantiene prácticamente constante en el periodo 1903-1930 en un 2% y crece a partir de 1931 hasta suponer el 5% de los artículos publicados.

Este mismo trabajo en equipo ha sido estudiado también por áreas temáticas. Destaca en primer lugar, la mejor conformación de trabajos en equipo en QO a diferencia del resto. Así se pasa del 9% en el periodo 1906-1910 al 62% en el comprendido entre los años 1931-1935 en los trabajos publicados por más de un autor, mientras que en QI hay un primer periodo en el que el número de artículos publicados por dos autores o más se mantiene en un 8% aproximadamente para aumentar seguidamente hasta el 43%, cifra que casi se mantiene cuando acaba el periodo estudiado.

En QF aumenta el número de artículos publicados por dos o más autores desde un 8% entre los años 1906-1910 hasta el 44% en el comprendido entre 1931-1935.

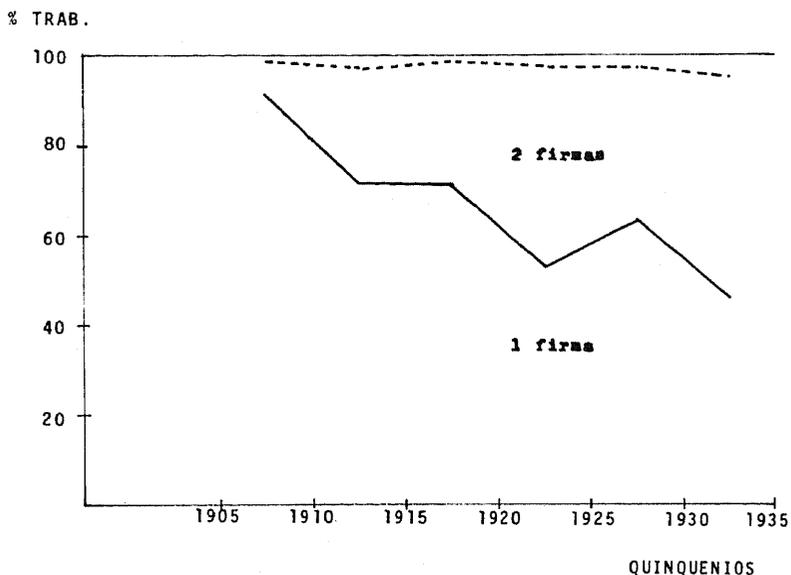
En QA, se distinguen tres fases claramente diferenciadas; en primer lugar, entre los años 1906-1915, el número de artículos publicados por dos o más autores aumenta del 0 al 41%. De 1915 a 1925 disminuye hasta el 0% para aumentar de nuevo, llegando a significar en el quinquenio 1931-1935 la mitad de los artículos publicados.

Entre los máximos productores dentro de las áreas temáticas abordadas pueden citarse en QO a Obdulio Fernández, que publica 42 artículos entre los años 1903-1935, lo que supone una media anual de 1,32 artículos, le sigue Antonio Madinaveitia, que publica 29 artículos entre los años 1912-1934, con una productividad media de 1,31 y Antonio García Banus, que publica 28 artículos entre los años 1910-1935 con una productividad media de 1,12 artículos por año. En QF, los mayores productores son: Enrique Moles, que publica 104 artículos, algunos de los cuales son de QI, con una productividad media anual de 5,48, publicando los artículos entre los años 1911-1935. Le sigue Santiago Piña de Rubiés con 37 artículos publicados entre los años 1911-1937, con una productividad media de 1,42 y José Muñoz de Castillo

**TABLA 4: ARTICULOS PUBLICADOS POR UNO, DOS, TRES O MAS AUTORES Y PORCENTAJE POR PERIODOS QUINQUENALES.**

PERIODOS	1 AUT	% 1 AUT	2 AUT	% 2 AUT	3 o más AUT	% 3 o más AUT
1906-10	108	91,5	8	6,8	2	1,7
1911-15	113	71,5	42	26,6	3	1,9
1916-20	71	71,0	28	28,0	1	1,0
1921-25	74	52,5	64	45,4	3	2,1
1926-30	170	64,2	91	34,3	4	1,5
1931-35	174	44,5	197	50,4	20	5,1

Fuente: Anales de la Real Sociedad Española de Física Química (1903-1937).



**GRAFICA 4. Evolución quinquenal del porcentaje correspondiente a los trabajos firmados por uno, dos y tres o más autores.**

que publica 69 artículos sólo en 10 años (1903-1913), con una productividad media de 6,9 artículos, en QI, el mayor productor es José Rodríguez Mourelo, que publica entre los años 1903-1922, 21 artículos algunos de los cuales son de QF con una productividad media anual de 0,9. En QA, el mayor productor es Julio Guzmán que publica 35 artículos entre los años 1911-1933 por los que la productividad media es de 1,4. Juan Fages y Ramón Llord son otros autores con alta productividad en esta rama de la Química.

#### IV. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Es evidente, que el desarrollo de la investigación en la industria de un país, discurre paralelo al de la estructura social y política del mismo. Efectivamente, el inicio de la publicación de los Anales, coincide con un tímido desarrollo industrial (1.º decenio del siglo XX), si bien, este desarrollo, se realiza bajo dominio de la gran banca del capital extranjero y bajo un clima artificial sostenido por el proteccionismo de la política aduanera. La primera guerra mundial, fue una gran oportunidad perdida para un verdadero desarrollo de la industria en España, ya que de la gran cantidad de capitalistas españoles que salieron de la guerra con sus bienes patrimoniales aumentados, no todos realizaron las inversiones que exigía la economía española<sup>6</sup>. Desde la segunda década de este siglo, se realizó un gran esfuerzo de comunicación por parte de los intelectuales españoles con el resto del mundo, poseedor ya de un alto desarrollo industrial y científico; este esfuerzo iniciado por la Institución Libre de Enseñanza a fines del siglo XIX, y conjugado con el de la Junta para Ampliación de Estudios creada en 1908, se orientó esencialmente hacia el establecimiento de relaciones con Gran Bretaña y Alemania, aparte del ya tradicional contacto con Francia, siendo significativo el inicio de intercambio científico con Estados Unidos, que fructificaron en el más importante centro de investigaciones científicas en esta materia, el Instituto Nacional de Física y Química. Este mismo desarrollo se ve reflejado aquí en el rápido crecimiento del número de artículos publicados así como en el número de nuevos socios admitidos e ingresos recibidos en el mismo periodo<sup>7</sup>.

Es curioso observar que en la gran crisis mundial de 1929, la industria española no se resintiera, alcanzando sin embargo un máximo en el año 1931 (101,5 tomando como índice 100 el año 1930)<sup>8</sup>. Aumentó la producción de

ácido sulfúrico, sulfato de cobre y super-fosfatos, aunque por el contrario, la producción de minerales metálicos descendió considerablemente debido a la crisis mundial. También cayó la siderurgia debido sin duda a la reducción del nivel general de la inversión privada.

La República creó una serie de instituciones destinadas a impulsar el desarrollo de la investigación científica y de la cultura, ayudando por ejemplo de forma extraordinaria tanto al Instituto de Investigaciones Científicas como a la propia Sociedad y facilitando la celebración del Congreso Internacional de Química Pura y Aplicada en España, 1<sup>er</sup> congreso de tal carácter celebrado después de la primera guerra mundial. En definitiva, en el año 1936 se bosquejaba todo un complejo programa cuyas líneas generales no volverían a intuirse hasta muchos años después<sup>9</sup>.

En cuanto al estudio realizado por áreas temáticas, se observa como la parte de la Química que realmente tiene un desarrollo significativo es la Química Orgánica. Esto es lógico, ya que a lo largo del primer tercio del siglo XX, el avance en Química Inorgánica fue bastante reducido, sólo son dignos de mención los conceptos de coordinación de Alfred Werner<sup>10</sup>. El campo de investigación que la QO se dirigió hacia varias vertientes como son las de sus aplicaciones farmacéuticas, obtención de productos orgánicos industriales, pesticidas y sobre todo hacia la Bioquímica, consolidándose también el trabajo en equipo.

En Química Física, los primeros trabajos que se publican en los Anales son casi exclusivamente sobre determinaciones radioactivas, realizados en gran parte por J. Muñoz del Castillo, es más adelante cuando se comienzan a crear verdaderos equipos de investigación en esta rama.

En Química Analítica, se observa en general un desarrollo de las técnicas instrumentales nuevas y un perfeccionamiento de ciertos métodos clásicos, aunque se aprecia un retraso mayor que en otras áreas en la consolidación del trabajo en equipo, manifestando claramente a partir de 1929, con la reanudación de las publicaciones de J. Guzmán.

Se puede observar en este panorama de consolidación de los equipos de investigación química la formación de grupos encabezados por Enrique Moles, José Muñoz del Castillo, Obdulio Fernández, J. Guzman, etc. que como hemos dicho preparaban un futuro esperanzador.

## NOTAS

- 1 Ver P. MARSET Y OTROS (3).
- 2 Ver M. VALERA Y OTROS (9).
- 3 Ver PRICE (4) y LOPEZ PIÑERO (1).
- 4 Ver LOTKA (2) y PRICE (4).
- 5 Ver LOTKA (2).
- 6 Ver R. TAMAMES (5).
- 7 Ver M. VALERA Y OTROS (9).
- 8 Ver TAMAMES (5).
- 9 Ver M. TUÑON DE LARA (7) y (8).
- 10 Ver R. TATON (6).

## BIBLIOGRAFIA

- 1 LOPEZ PIÑERO, J.M. *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica*. Centro de documentación e informática médica de la Facultad de Medicina de Valencia, 1972.
- 2 LOTKA, A.J. *The frequency distribution of scientific productivity*. J. Washington Academy Sciences, 16, 317.
- 3 MARSET, P.; LOPEZ, C.; VALERA, M. 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*. *Dynamis*, 1 (1982).
- 4 PRICE, D.J. *Hacia una ciencia de la ciencia*. Barcelona, Ariel 1973.
- 5 TAMAMES, R. *Historia de España Alfaguara. La República. La Era de Franco, VII*. Madrid, Alianza, 1973.
- 6 TATON, R. (ed.). *Historia General de la Ciencia, IV. La Ciencia Contemporánea, II*. Barcelona, Destino, 1973.
- 7 TUÑON DE LARA, M. *La España del siglo XX. De la Segunda República a la guerra civil (1931-1936)*, II, Barcelona, Laia, 1974.
- 8 TUÑON DE LARA, M. *La España del siglo XX. La quiebra de una forma de estado (1898-1931)*, 1, Barcelona, Laia, 1974.
- 9 VALERA, M.; MARSET, P. Aspectos bibliométricos e institucionales de la Real Sociedad Española de Física y Química para el periodo 1903-1937. Actas del primer Congreso de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia. Madrid, 1978 (en prensa).