

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)

PEDRO MARSET*
MANUEL VALERA*
y CARLOS LÓPEZ*

I. INTRODUCCIÓN

Seguramente el fenómeno social más significativo e importante en la historia española del siglo XX ha sido la guerra civil (1936-39). Importante y significativo tanto por indicar el desarrollo y existencia de grandes tensiones sociales, culturales, económicas y políticas, que desembocaron en la guerra, como por las consecuencias que tras la guerra tuvo la implantación del régimen franquista en los mismos campos sociales, el cultural, el económico y el político.

Es un dato de la memoria individual y colectiva del pueblo español la existencia de una ruptura en todos los órdenes, y en concreto en el científico desde la guerra. Sin embargo, no existen investigaciones históricas que se hayan enfrentado con el estudio sistemático de este hecho, y con su interpretación, para el caso de las distintas disciplinas científicas. Y esta ausencia la calificamos de grave porque estando en la actualidad España en un periodo histórico que intenta ser de reconstrucción y recuperación nacional y específicamente de la investigación científica (1), no alcanzamos a comprender cómo se puede lograr ésta si no asumimos racionalmente nuestra propia experiencia.

Pero es que por encima de estos objetivos sociales inmediatos de carácter aplicado, sin minimizar su importancia, el «caso» de la evolución científica en España a lo largo del siglo XX ofrece aspectos poco frecuentes de la relación ciencia-sociedad, factores internos de la ciencia-factores externos, que la convierten en casi un experimento de laboratorio sobre este tema.

(1) Son abundantes las referencias a este tema en los medios de información, v.g. *El País* de este año (1981) pueden verse alusiones al mismo por investigadores como Ochoa, Viñas, Nieto, Oro, etc.

* Departamento de Historia de la Medicina, Facultad de Medicina. Murcia (España)
DYNAMIS

Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam. Vol. 1, 1981, pp. 179-202.

Siendo un tema clásico el de la dificultad para la práctica de la ciencia en España (2), parece claro que en la segunda mitad del XIX se produce una recuperación de la ciencia experimental (3) que en última instancia estaría en la base de los logros científicos del primer tercio del siglo XX (4). Este fenómeno es una parte de la evolución global de la sociedad española a lo largo de esos años (5), que siendo muy peculiar, y estando mediatizada por su situación de dependencia en relación con Gran Bretaña y Francia, logra superar la organización social del «Ancien Régime» y situarse en un estadio inicial del modo de producción capitalista (6).

Y es sobre este marco peculiar, contradictorio, del proceso histórico español ocurrido en el siglo XX en el que hemos de situar la evolución de la actividad científica en Física. Siendo escasos los estudios sobre la historia de la Física en España (7), el trabajo que presentamos es por ello una aproximación al problema que planteamos. Pero en general son igualmente escasos los estudios sobre la historia de cualquier disciplina científica en el siglo XX español (8).

Las razones por las que hemos escogido la Física para intentar aproximarnos a la repercusión de la guerra civil en la actividad científica las podemos resumir en tres. En primer lugar, se trata de una ciencia relativamente reciente como actividad científica y académica en España y, por tanto, la podemos observar en su proceso de institucionalización, con todas sus complejidades. En segundo lugar, y desde el punto de vista interno, se encuentra sufriendo desde finales del XIX un proceso de cambios profundos en los paradigmas clásicos newtonianos, y por tanto, también se puede observar cómo estos cambios van siendo asimilados en España. Este punto merece un comentario especial por la naturaleza e implicaciones de todo tipo que poseen los cambios de paradigma. Por una parte al suponer el manejo de métodos experimentales y matemáticos totalmente nuevos pone a prueba la preparación técnica y lógica de la investigación e investigadores españoles; y por otra, al llevar como consecuencia a una nueva concepción filosófica

(2) Véase entre otras la obra de GARCÍA CAMARERO (3).

(3) LÓPEZ PIÑERO, J. M. (12).

(4) VALERA, M. y MARSET, P. (26), GARRIDO, J. M. y MARSET, P. (4) y LÓPEZ PIÑERO, J. M. (12), entre otros.

(5) TUÑÓN DE LARA, M. (24 y 25).

(6) *Ibidem*.

(7) LAFUENTE, A. (8), VALERA y MARSET (26), VALERA (27), LÓPEZ y col. (9) y LÓPEZ (10).

(8) Aparte de los mencionados están los de INIESTA y col. (6) e INIESTA (7) sobre la Química y en Medicina los de MARSET (15), PÉREZ ESPEJO (21), MARTÍNEZ PARDO (16), PARRA (20) y RAMOS (23), entre otros.

general de nuestra colectividad científica. Por último, y en tercer lugar, la Física se perfila y convierte desde mediados de siglo en el ejemplo clásico de la Big Science (9), de la ciencia realizada a gran escala, con inmensos presupuestos y participación fundamental estatal y privada, e íntimamente imbricada con el proceso industrial (y militar) (10), en zona puntera del desarrollo tecnológico y social: avances del mundo de la automatización y ordenadores y nuevos recursos energéticos (nuclear, solar, etc.). Por todo ello hemos considerado interesante el intento de evaluar las repercusiones de la guerra civil y del franquismo en el campo de la física. Pensamos que tanto desde el punto de vista institucional y de las personas, como del de los contenidos concretos de las ciencias y su metodología, y desde el filosófico general, como por último desde el de la relación física-sociedad, la guerra civil y el franquismo han introducido cambios profundos que deberían afectar de forma importante la evolución de la actividad física que se había iniciado en los comienzos del siglo XX. Para aproximarnos de forma objetiva a la valoración de estos cambios hemos estudiado la evolución de la información contenida en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* (1903-1975), órgano de expresión de la actividad en Física casi exclusivo hasta los años sesenta.

II. MATERIAL Y MÉTODO

La fuente de información directa han sido los artículos de Física vehiculados a través de los *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química* desde su fundación en 1903 hasta 1975, fecha en que oficialmente termina el franquismo.

Habiendo dejado para exposiciones más extensas todos los aspectos de la evolución en cada uno de los periodos, 1903-1937 por M. Valera (11) y 1940-1975 por C. López (12) nos hemos centrado en el presente trabajo en los aspectos generales de: 1) evolución del total de artículos; 2) naturaleza y características de los autores firmantes; 3) clasificación por temas; y 4) análisis bibliométrico de los artículos en cuanto a número de referencias por artículo, autocitas, referencias por áreas lingüísticas, etc. (13).

(9) PRICE (22).

(10) MONAHEM (18) y BERNAL (2).

(11) VALERA (27).

(12) LÓPEZ (10).

(13) LÓPEZ PIÑERO (13).

III. RESULTADOS

1. *Evolución del número de artículos*

Del total de 7.024 artículos que aparecen en los *Anales* a lo largo de todo el período (con una media anual de 100), 1.785 corresponden a la primera época (1903-1937), con una media anual de 52,5 artículos y 5.239 a la segunda época (1940-1975) con una media de 145,5 artículos/año. Tres cuartas partes de esta producción global está dedicada a la Química (5.270), y sólo un 25 por 100 a la Física (1.754). De éstos, 426 se publican en la primera época con una media anual de 12,5 y 1.328 en la segunda época, con una media de 36,8 artículos/año. Por lo que desde el punto de vista global la producción media se multiplica por tres tras la guerra civil.

La evolución anual y quinquenal de esta producción en Física (Tabla I, Graf. I), permite diferenciar para cada época tres etapas. Así en la primera época (1903-1937) tendríamos una primera etapa (1903-1914) de lento crecimiento, una segunda (1915-1921) de descenso, y una tercera (1922-1935) de rápido crecimiento, en la que la media anual se sitúa en 17,4 artículos. Y para la segunda época hay una primera etapa de crecimiento lento (1940-1955) en que de una media anual de 18,8 artículos en los cuarenta, se sube a 34 artículos/año, una segunda de estancamiento (1956-1965) en la que desciende la media anual a 32 artículos, y una tercera de crecimiento (1966-1975) en que la media asciende a casi 60 artículos al año.

2. *Autores y trabajo en equipo*

Los 1.754 artículos de Física han sido escritos por 921 autores a lo largo de todo el período, lo que arroja una media de 1,9 artículos por autor, que sube en la primera época a 3,3 artículos/autor (127 autores publican 426 artículos), mientras que en el franquismo desciende a 1,6 artículos/autor (794 autores publican 1.328 artículos).

Cuando intentamos averiguar el desarrollo del trabajo en colaboración apreciamos (Tabla II, Gráf. 2), al analizarlo por quinquenios, cómo la tendencia al trabajo en equipo cristaliza en la década de los treinta en que casi la mitad de los artículos son en colaboración, retrocediendo esta tendencia en los años cuarenta, para volver a afianzarse y desarrollar a partir de los años cincuenta.

Para ambas etapas se da la característica de que un reducido número de autores prolíficos sean los responsables de la gran mayoría de los

artículos publicados (ley de Lotka) (14), con ecuaciones $A_n = 59,4050 \times n^{-1,4281}$ en el primer tercio de siglo, y $A_n = 378,6665 \times n^{-1,4851}$ en el franquismo (15).

Los autores más prolíficos en la primera etapa son: Cabrera con 65, Palacios con 40, Catalán con 34 y Piña de Rubiés con 25. En la segunda etapa los más prolíficos son Catalá con 83, Senent con 75, Casanova con 49, J. Aguilar con 46, A. García con 44 y M. Aguilar con 40. Todos ellos destacan a partir de los años cincuenta.

Sólo hay dos autores del grupo de prolíficos de la primera etapa que sigan publicando en la segunda, Palacios y Catalán, aunque con un nivel de productividad inferior.

3. *Temas de investigación*

Al ser difícil dar una clasificación temática que permanezca idéntica a lo largo del siglo en el intento de analizar los campos de interés de la investigación física realizada en España durante todo el período ofrecemos un perfil temático para cada época, aunque con algunos temas coincidentes pero cuyo contenido ha sufrido una profunda modificación a lo largo del siglo.

De esta forma antes de la guerra el tema que más artículos suscita (Tabla III, Gráf. 3) es el de Electromagnetismo, con un 31 por 100, aunque con porcentajes decrecientes, siguiéndole el de Radiaciones con un 16,2 por 100, pero en este caso con porcentajes crecientes, sobre todo, en los últimos quinquenios. A continuación aparece el de Astronomía y Física del Globo con un 15,5 con un porcentaje mantenido pero con tendencia a disminuir, le sigue en interés la Espectroscopía con un 13,8 por 100, con un boom en los años veinte, y destaca por último la Óptica que de suponer un 25 por 100 de los artículos al comienzo de la época, en los años treinta deja de publicarse artículos sobre esta área.

Por el contrario, tras la guerra civil (Tabla IV, Gráf. 4), la Óptica vuelve a acaparar un tercio de los artículos para ir, paulatinamente, disminuyendo. Mientras que la Física Nuclear que casi no suscita trabajos en la postguerra, llega a ser el área más importante en los años sesenta (un 30 por 100) para en conjunto suponer un 19 por 100 para toda la época, el porcentaje mayoritario. El segundo tema en importancia numérica durante la época del franquismo es el de Electricidad y Magnetismo, un 15,5 por 100, aunque reducida su importancia en

(14) LOTKA (14).

(15) Hemos utilizado la modificación de NAVARRO (19) para el ajuste de Lotka.

relación con el papel que tuvo antes de la guerra civil y de contenido distinto. Química-Física, le sigue a la Óptica, en cuarta posición, un 12,4 por 100, con una evolución alternante. Y ocupan los dos últimos puestos con un 10 por 100 cada una, la Cristalografía y la Física Teórica, aunque mientras la primera en general está alrededor del 8 por 100 destacando sólo en los años cincuenta (con un 25 por 100), la Física Teórica va ganando importancia a partir de los años sesenta.

Es de destacar que las áreas de investigación de la primera época en las que predomina el trabajo en equipo son las de Radiaciones, Espectroscopía y Electromagnetismo, con porcentajes crecientes a lo largo de los años, hasta llegar a los años treinta a más del 50 por 100 de los artículos de cada área, cuando en las otras áreas la norma son los trabajos de un autor, sobre todo, en Óptica y Astronomía y Física del Globo.

En la época segunda, las áreas en las que predomina el trabajo en equipo son la Física Nuclear, la Cristalografía y la Química Física, todas ellas con porcentajes crecientes de artículos en colaboración (cerca del 79 por 100), mientras que las áreas que menos se da esta característica son la Física Teórica (la mitad de artículos con una firma) y la Óptica (sobre todo, en los primeros quinquenios). Situándose la Electricidad y Magnetismo en una posición intermedia (64 por 100 de trabajos en colaboración), aunque con una tendencia creciente a lo largo de los años (80 por 100 en el quinquenio 70-75).

4. *Análisis bibliométrico*

4.1. *Artículos con referencias*

Se aprecia con claridad el hecho de que el uso de referencias bibliográficas aumenta en la primera época desde un tercio de los artículos hasta el 96 por 100 (Tabla V, Gráf. 5), para descender este nivel en la postguerra y recuperarlo en la década de los cincuenta, aumentando posteriormente hasta casi el 100 por 100.

4.2. *Las autorreferencias*

Si le damos a la presencia de autorreferencias una interpretación de apoyatura en trabajos previos sobre la materia que se publica, al evaluar la evolución del porcentaje de autorreferencias sobre el conjunto de referencias (Tabla VI), observamos un fenómeno en las dos épocas digno de mención. En la primera época (1903-1937), se aprecia cómo desde unos niveles bajos, inferiores al 10 por 100 de autorreferencias se va consolidando el trabajo en las materias hasta llegar los años veinte

con el mayor porcentaje cercano al 20 por 100, sobre todo, en materias como electromagnetismo (que alcanza el 75 por 100) y espectroscopía; pero en los años treinta disminuye el porcentaje de autorreferencias al desarrollarse nuevos campos en los que no existe tal trabajo anterior que sirva de referencia, como sobre todo ocurre con el tema de las Radiaciones que siendo mayoritario en artículos y referencias, las autorreferencias están alrededor del 5 por 100.

En la segunda época (1940-75) es importante destacar cómo de nuevo se parte de porcentajes de autorreferencias inferiores al 10 por 100, como si no existieran trabajos anteriores en cada área. Solamente en Óptica y Cristalografía (16) se llega al 11 por 100 en los años cuarenta, mientras que Electricidad y Magnetismo que habían desarrollado una gran cantidad de autorreferencias antes de la guerra, se sitúan en la postguerra en un 7 por 100. De estos niveles bajos globales va elevándose el porcentaje de autorreferencias hasta su máximo de 22 por 100 en los años sesenta, sobre todo, en Química-Física y Electricidad y Magnetismo para de nuevo descender a continuación a niveles inferiores al 10 por 100 en los años setenta. Descenso debido, sobre todo, al desarrollo de la Física Teórica y la escasez de autorreferencias en ella, pero que afecta este descenso al conjunto de áreas temáticas puesto que en Química Física y Electromagnetismo se pasa de un 25 por 100 de autorreferencias en los iniciales años sesenta a un 8 por 100 en los setenta, y en Física Nuclear que poseía un 25 por 100 en los años cincuenta, baja a un 10 por 100 en los setenta.

4.3. *Áreas lingüísticas de las referencias*

Una forma de acercarnos a la influencia que poseen los diversos grupos de investigación extranjeros, y sus posibles conexiones con los científicos españoles es la de analizar el área lingüística de las referencias usadas. De esta forma (Tabla VII) podemos destacar para cada una de las épocas unos aspectos característicos. Así en la primera época observamos cómo de una clara influencia francesa en los primeros años del siglo (hasta casi el 40 por 100 de las referencias son en francés) y mínima incidencia de las referencias en castellano (un 5 por 100 en 1906-1910), pasamos a una influencia creciente del área germana, hasta llegar a un 42 por 100 en los años veinte, mientras va disminuyendo el francés y aumentando la importancia de las referencias en inglés (hasta un 30 por 100) así como las en castellano (un 15 por 100) para,

(16) Hay que tener en cuenta que la gran mayoría de los artículos incluidos en el tema de radiaciones de la primera época poseen el mismo contenido que éstos de cristalografía: determinación de estructuras cristalinas mediante difracción de rayos X.

finalmente, pasar en los años treinta a una clara situación en la que el idioma de más influencia entre las citas es el inglés (un 40 por 100), bajando el alemán a un tercio de las referencias, mientras que las en castellano se mantienen en el 15 por 100 y las en francés están por debajo del 10 por 100. El uso mantenido de los trabajos españoles se consolida en las áreas de Electromagnetismo y Espectroscopía (alrededor de un 16 por 100). Y mientras en Electromagnetismo la literatura inglesa y alemana desbancan a la francesa (aquéllas un 36 por 100 en los últimos años y ésta un 20 por 100), en Espectroscopía, que empieza siendo en los años veinte como un área influida sobre todo por la literatura alemana (40 por 100), acaba predominando la inglesa en los últimos quinquenios (46 por 100). Por el contrario, el tema de Radiaciones que empieza bajo influencia francesa, pasa a predominar el área alemana desde los años veinte (45 por 100), llegando al final de la época a ser significativo el uso de referencias españolas, un 20 por 100. En Óptica a pesar de la escasa cantidad de trabajos, las áreas idiomáticas predominantes son la alemana (43 por 100) seguida de la española con un 25 por 100.

Para la segunda época (1940-1975) se parte en los años posteriores a la guerra civil de un perfil en el que deja de ser el idioma dominante el inglés como ocurrió en los años treinta para ser el alemán (29,1 por 100 de las referencias), seguido del inglés (28 por 100), dejando de ser las referencias en castellano las que ocupen el tercer lugar para hacerlo el francés (un 15,2 por 100), siendo significativo el 11,2 por 100 del italiano en quinta posición. De este perfil idiomático de las referencias se pasa con bastante claridad en los dos quinquenios siguientes a una situación en la que el idioma más citado desde los años cincuenta es el inglés (de un 60 por 100 hasta casi un 80 por 100 en la década de los setenta), mientras que el alemán y el francés se ven reducidos en un primer momento a porcentajes inferiores al 10 por 100, para descender a un 3 por 100 en los años 70. Sin embargo, el hecho más significativo y diferenciador con la primera época es que la trayectoria porcentual de las referencias a trabajos españoles que al principio aumentaba, hasta llegar a un 22,9 por 100 al comienzo de los sesenta, desciende abruptamente en los setenta a menos de un 10 por 100.

Analizando el comportamiento de las referencias en cada uno de los temas se aprecia cómo en áreas de Electricidad y Magnetismo en las que el porcentaje de citas a trabajos españoles había llegado a ser antes de la guerra un 16 por 100 de forma estable, desciende éste a la mitad (8,6 por 100) en los años cuarenta, subiendo en los cincuenta por encima del 20 por 100 para de nuevo en los años setenta descender a un 12 por 100.

Sin embargo, el tema de Óptica que había dejado de tener interés antes de la guerra tras ésta se inician trabajos en los que se citan casi un 20 por 100 de artículos españoles, manteniendo este porcentaje toda la época, junto con un apreciable porcentaje de las citas alemanas (15 por 100), no pasando las referencias a trabajos del área inglesa del 50 por 100. Por último la otra área en la que tienen cierto peso las referencias a trabajos españoles es la de la Física Nuclear (20 por 100), sobre todo, en los últimos años cincuenta y primeros sesenta, para bajar de nuevo en los setenta a un 14 por 100, siendo las referencias inglesas un 65 por 100. En las otras tres áreas, Física Teórica, Químico-Física y Cristalografía, lo primero que destaca es el elevado porcentaje que acaban teniendo las referencias inglesas, superiores al 80 por 100, y sobre todo el fuerte descenso de las referencias a trabajos españoles que de situarse por encima del 20 por 100 al comienzo de los años sesenta, descienden en los setenta a un 8 por 100 en la Cristalografía, un 6,2 por 100 en la Química Física, y un 1,8 en la Física Teórica.

IV. COMENTARIOS

Si tenemos en cuenta el hecho de que los *Anales* de la Real Sociedad de Física y Química son el vehículo de expresión más importante en España para los trabajos de Física, casi el único durante la mayor parte del período estudiado, podríamos afirmar que el paréntesis de la guerra civil, tras producir en los primeros años de la postguerra un menor ritmo de producción, no afecta de forma importante al número de artículos dedicados a Física, puesto que se recuperan las medias anuales, y aunque con cierto estancamiento en los años cincuenta, se eleva la productividad en los sesenta y setenta. Ello confirmaría el hecho ya observado en otros países de la escasa incidencia de las guerras en los ritmos productivos científicos, una vez las instituciones de investigación se han consolidado (17).

En el caso español se van configurando como núcleos importantes de investigación científica en Física antes de la guerra el Laboratorio de Investigaciones Físicas de Madrid (más tarde Instituto Nacional de Física y Química), que llega a producir en la década de los 30 el 70 por 100 de los artículos publicados, mientras que de los centros de enseñanza superior y media van disminuyendo los artículos, que de un 40 por 100 y 14 por 100 al principio se sitúan por debajo del 10 por 100 al final de la época.

(17) PRICE (22).

Nos encontramos de nuevo con el papel fundamental de la Institución Libre de Enseñanza y en concreto de la Junta para la Ampliación de Estudios que con su política de fomento de la investigación, pensionado en el extranjero, y conexión y subvención con instituciones extranjeras prestigiosas (Rockefeller Foundation) (18), llegan a convertir el Laboratorio de Investigaciones Físicas en uno de los centros mundiales de producción científica de punta. Las figuras de Cabrera, Catalán, Duperier, Palacios, Garrido así lo confirman. El propio Cabrera además de ser elegido Secretario del Comité Internacional de Pesas y Medidas y ser miembro del prestigioso Comité Solvay de Física, está con su línea de investigación sentando las bases de una de las más fecundas áreas en el futuro de la Física, tanto a nivel básico como aplicado, el magnetismo y Física del Estado Sólido. Catalán y Piña de Rubiés hacen lo mismo con Espectroscopía, Palacios y Garrido en Cristalografía, etc.

Es de destacar en esta etapa anterior a la guerra civil la fecundidad y profundidad de las mentalidades de los científicos españoles pertenecientes a este núcleo que está en contacto y debate directo con las figuras y temas más candentes de la Física (19).

Por todo ello, lo más significativo tras la guerra civil no es que persista y aumente el número de trabajos publicados en los *Anales*, sino que desaparezcan los temas, autores e instituciones que se habían consolidado antes de la guerra a base de un gran esfuerzo y espíritu de sacrificio. Esta ruptura que ya nos la señalan varios de los indicadores que hemos utilizado (retroceso de la labor en equipo, en el porcentaje de artículos con bibliografía, en las áreas lingüísticas, en el nivel de productividad por autor, en las autorreferencias, etc.), nos la indica también la naturaleza de los temas que predominan tras la guerra. Es enormemente significativo el retroceso en Electricidad y Magnetismo, teniendo en cuenta la ausencia de Cabrera y su equipo, y por lo tanto, el cambio en el contenido de los trabajos, pero sobre todo, el que un tema que había quedado obsoleto antes de la guerra, la Óptica, por el carácter elemental y tradicional de su tratamiento resurge tras la guerra y ocupa el primer lugar, un 34 por 100, con idénticos y desfasados tratamientos. Es importante destacar cómo en el tema de Cristalografía, que sí existe continuidad en la época anterior (denominado Radiaciones), la proporción de artículos es muy baja, y a pesar de aumentar algo en los años cincuenta termina por hacerse muy minoritario. Palacios que había sido la figura más importante en este campo antes de la guerra, extrañamente no figura entre los productores en esta área tras la guerra.

(18) Se pueden encontrar diversas referencias a estas relaciones en las MEMORIAS de la Junta de Ampliación de Estudios de los años veinte (17).

(19) Una detallada relación con destacados científicos se encuentra en la tesis de VALERA (27).

Teórica y Física Nuclear van a provenir de la Universidad, con un 52 por 100 y 41 por 100 respectivamente, y de la Junta de Energía Nuclear, con un 26 por 100 y 41 por 100 para cada área. Mientras que Electricidad y Magnetismo, que mantenía un escaso nivel de producción en el Consejo Superior, pasa a ser en los últimos años sesenta y comienzo de los setenta, área de trabajo de la Universidad, con más de la mitad de los artículos publicados en *Anales*.

Las consecuencias más graves de esta ruptura se manifiestan al final de la época franquista. En efecto, en el primer tercio de siglo asistimos a la creación y paulatina consolidación de unos grupos de trabajo en unas determinadas áreas científicas de gran relevancia internacional, como demuestra tanto la calidad y nivel de publicaciones como el progresivo aumento de las citas a trabajos españoles y de las autorreferencias, y confirmada por el uso que de nuestros trabajos hacen los equipos extranjeros más importantes. Por el contrario, en la segunda época (1940-1975), tras momentos en que parecían consolidarse equipos de trabajo, que se institucionalizaban tras unos quinquenios de lento pero progresivo crecimiento, llegando en los años iniciales sesenta a un porcentaje de uso de autorreferencias elevado (un 25 por 100 en las áreas más desarrolladas, excepto en la Física Teórica), y a un uso de literatura española igualmente significativo, la ausencia de la solidez en estas áreas, la endebles de las estructuras organizativas de la investigación (descenso del papel del Consejo Superior, y atomización de la Universidad), se pone de manifiesto con la profunda caída de las referencias a trabajos españoles, de las autocitas, y el escaso uso que de los trabajos españoles hacen los equipos científicos extranjeros, que existen en los años setenta.

Se puede apreciar cómo algunas de las opciones más importantes tras la guerra, como la Óptica, poseen un contenido absolutamente periclitado, habiéndose perdido la exigencia y nivel científico anteriores, así como la profundidad teórica que en temas punta se había alcanzado. Realmente se produce un retroceso epistemológico a posturas atrasadas. No se aprovechan tampoco las experiencias anteriores en Radiaciones y Espectroscopía, siendo tardíos los desarrollos en Física Teórica y Física Nuclear.

Y todo ello ocurre en un contexto social en el que precisamente la investigación en Física está jugando el papel que durante el siglo XIX y comienzos del XX tuvo la Química, el de componente imprescindible del desarrollo industrial.

Se han diezmado por una parte los equipos de investigación que se habían consolidado lentamente en la época primera, y por otra parte la

El nuevo equipo rector de la política científica española está movido sobre todo por cuestiones ideológicas. Así se comprenden hechos tan significativos como: el desmantelamiento del Laboratorio de Investigaciones Físicas, y la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas como intento de ser una réplica de naturaleza político-religiosa nacional-católica a la Junta para la Ampliación de Estudios (20); las depuraciones de naturaleza política llevadas a cabo en el seno de la Sociedad de Física y Química (21) junto con la publicación de los caídos por Dios y por España; la presión del gobierno franquista para que se eliminara a Cabrera como miembro de la Comisión Internacional de Pesas y Medidas (22), no siendo desde el punto de vista político una persona especialmente progesista, que encontró asilo en México; el considerar nulos los números de los *Anales* publicados desde julio de 1936 (23); el acordar en Junta de la Sociedad agradecer a la «Real Embajada de Italia» y a la del «Imperio Alemán» las ayudas científicas (24); o por hacer coincidir la primera reunión anual de la Sociedad en 1940 en Zaragoza, junto con el Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias, «con motivo del XIX Centenario de Nuestra Señora del Pilar» (25), homenajeando la figura de Alonso Barba por haber sido además de científico-sacerdote, «precursor de la teoría electrónica y la electrometalurgia», exhortando a todos los países de la «Hispanidad» a leerlo por unir Ciencia y Fe (26).

Partiendo de este panorama de ruptura total con el pasado inmediato no es sorprendente que sea este nuevo «Consejo Superior de Investigaciones Científicas» el que se convierta en el principal foco productor de trabajos de los *Anales* (27), sobre todo, en los campos de Óptica (el 80 por 100 de los trabajos), Cristalografía (más del 50 por 100) y Química Física (60 por 100), mientras que los campos nuevos que cobran importancia a partir de los cincuenta y que serán fundamentales, Física

(20) Creado el CSIC para sustituir a la JAE, oponerse a la filosofía laica de la Institución Libre de Enseñanza, y aspirar a «restablecer la unidad entre la fe y la ciencia rota en el siglo XVIII». Véase nuestro trabajo en *Triunfo* (5).

(21) En el Acta de la Sociedad Española de Física y Química del 4-12-1939, se aprueba un acuerdo fijando las normas de depuración de los miembros de la Sociedad por hechos en relación «con el glorioso movimiento nacional».

(22) Véase en el Homenaje a Blas Cabrera (28).

(23) En el Acta de la Sociedad de 19-2-1940, se acuerda considerar nulos todos los números publicados desde julio de 1936.

(24) En la misma reunión de 19-2-1940, se acuerda hacer constar agradecimiento al Imperio alemán y a Italia por las ayudas científicas.

(25) En la reunión de diciembre de 1939, se acordó celebrar la siguiente reunión anual en Zaragoza por este motivo.

(26) En reunión del 20-12-1940, de la Sociedad se acordó este homenaje.

(27) Hay que tener en cuenta que los *Anales* se convirtieron en órgano oficial de los Institutos de Física y Química del CSIC.

actitud social ante la ciencia en la postguerra fue de desconfianza y claro retroceso. Baste recordar, como ya señalábamos en otro trabajo (28), que la distribución de fondos económicos y la publicación de trabajos en el Consejo predominó en esos años en los Patronatos de Letras. No se dio la necesaria continuidad en la investigación, y cuando se configuran centros de investigación no se realiza en la estructura dedicada exclusivamente a ello, el Consejo, sino en la precaria de la Universidad, con lo que a la larga tampoco llegan a consolidarse al estar sometidos a los avatares de la dinámica académica española. Sólo en la Junta de Energía Nuclear cristalizan investigaciones sobre Física Nuclear y Teórica, áreas en las que tampoco podemos pretender alcanzar una posición científica relevante y autónoma, y útil para el avance de la sociedad.

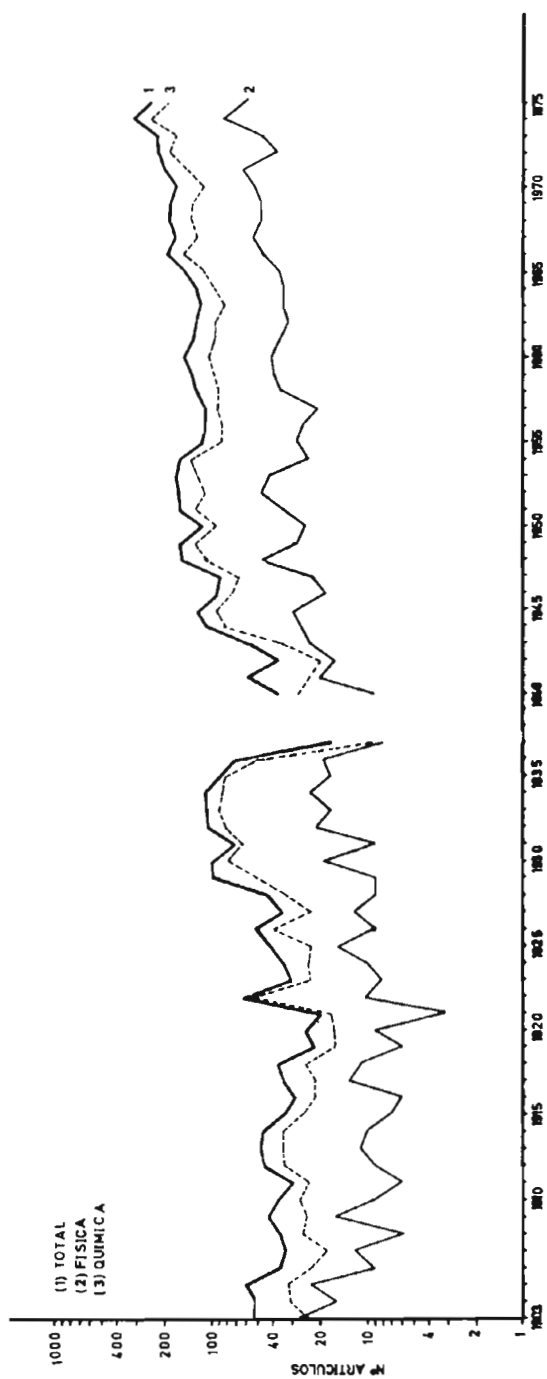
Aunque el símil ha sido repetido en multitud de ocasiones, nos encontramos ante una experiencia histórica que científica y socialmente posee consecuencias análogas a las del reinado de Fernando VII (29), interrumpir el proceso de recuperación y consolidación científica en momentos clave del desarrollo social mundial. En la primera mitad del siglo XIX el despegue de la Revolución industrial, en la mitad del XX la implantación de la Revolución Científico Técnica.

RESUMEN

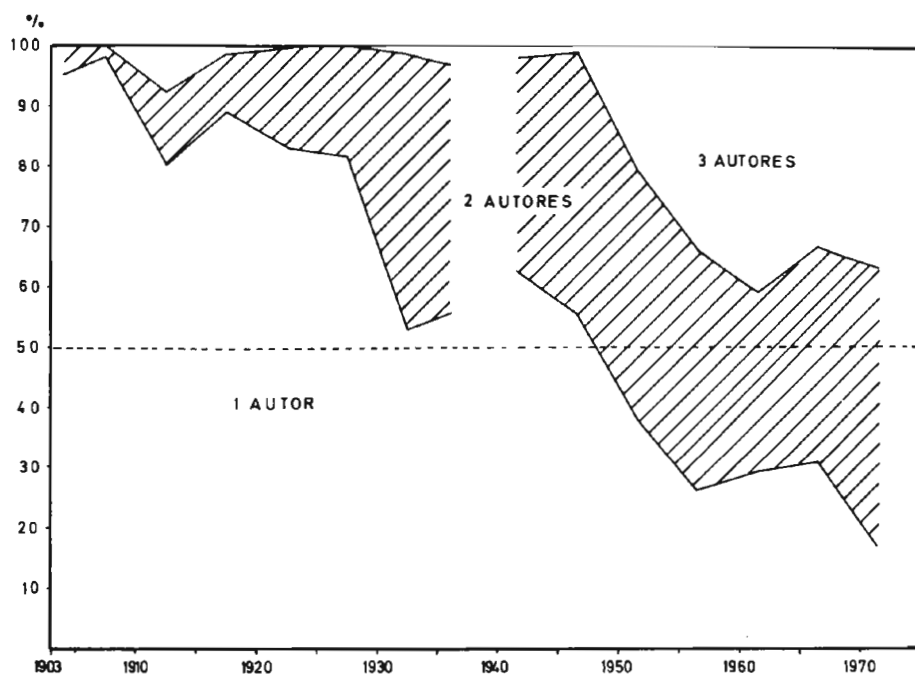
Del análisis pormenorizado de los 1.754 artículos sobre Física publicados en los *Anales de la Real Sociedad de Física y Química* para el período 1903-1975 se desprenden que la institucionalización y consolidación de la investigación en Física (áreas de Electromagnetismo, Radiaciones y Espectroscopía) alrededor del Laboratorio de Investigaciones Físicas, y de las figuras de Cabrera, Palacios y Catalán, alcanzando niveles de exigencia y profundidad internacionales, desaparecen tras la guerra civil. Se retrocede en el franquismo tanto en los temas (se tratan áreas periclitadas), como en la exigencia científica, retrasándose la incorporación a la comunidad científica internacional, y se dificulta la institucionalización de nuevos grupos de investigación.

(28) Véase el trabajo nuestro en *Triunfo* (5).

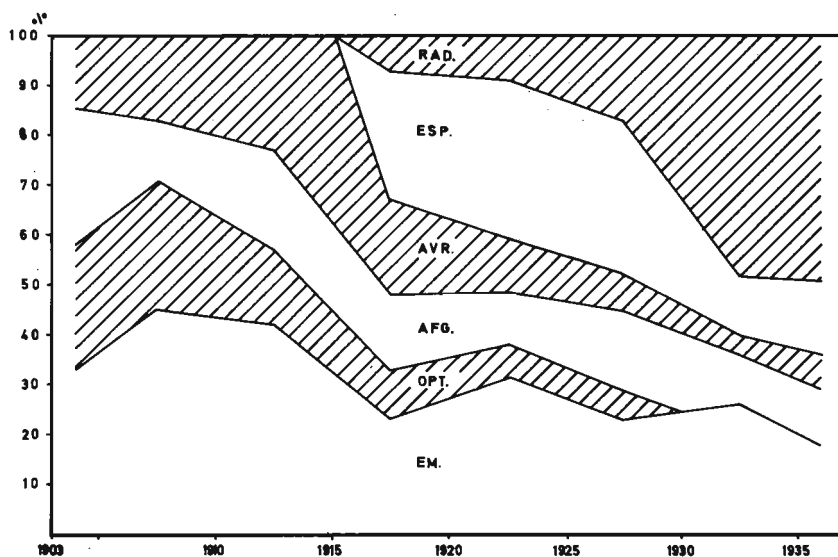
(29) LÓPEZ PINERO, J. M. (12).



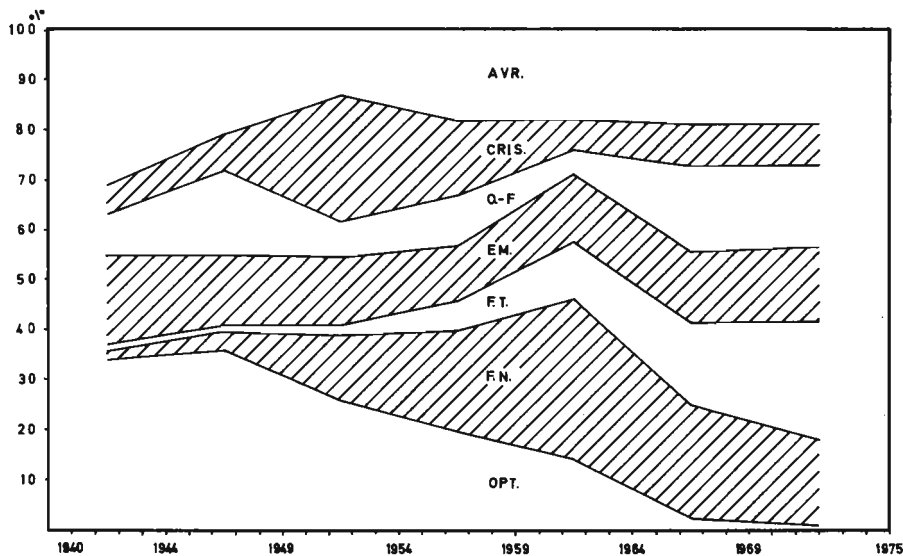
GRAFICA 1.—Evolución del total de artículos publicados en los *Anales*, y los de Física y Química desde 1903 hasta 1975.



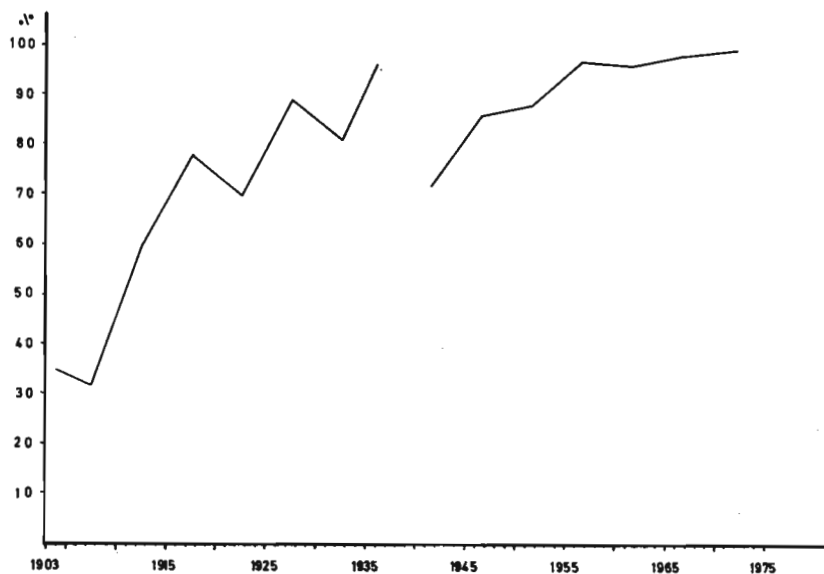
GRAFICA 2.—Evolución del trabajo en equipo en Física a través de los *Anales*, por quinquenios. (Distribución porcentual.)



GRAFICA 3.—Evolución de los porcentajes de artículos en *Anales* sobre los temas Electromagnetismo (EM.), Óptica (OPT.), Astronomía y Física del Globo (AFG.), Varios (AVR.), Espectroscopía (ESP.) y Radiaciones (RAD.), por quinquenio para los años 1903-1937.



GRAFICA 4.—Evolución de los porcentajes de artículos en *Anales* sobre los temas Óptica (OPT.), Física Nuclear (F.N.), Física Teórica (F.T.), Electromagnetismo (EM.), Química-Física (Q-F.), Cristalografía (CRIS.) y Varios (AVR.), por quinquenios para los años 1940-1975.



GRAFICA 5.—Evolución del porcentaje de artículos de Física en *Anales* con referencias bibliográficas desde 1903 hasta 1975 por quinquenios.

TABLA I

Evolución del total de artículos de Física, Química, y su porcentaje en los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química

Años	Artículos	A.F.	%	A.Q.	%
1903	53	29	54,7	24	43,3
1904	52	16	30,8	31	59,6
1905	60	23	38,3	32	53,3
1906	36	9	25,0	23	63,9
1907	34	12	35,3	18	52,9
1908	36	6	16,7	26	72,2
1909	43	16	37,2	25	58,1
1910	37	9	24,3	27	73,0
1911	30	6	20,0	24	80,0
1912	45	9	20,0	34	75,5
1913	47	11	23,4	35	74,5
1914	46	10	21,7	35	76,1
1915	34	7	20,6	26	76,5
1916	29	6	26,7	23	79,3
1917	34	13	41,2	20	58,8
1918	38	11	28,9	25	65,8
1919	22	6	27,3	16	72,7
1920	25	9	36,0	16	64,0
1921	20	3	15,0	17	85,0
1922	64	10	15,6	54	84,4
1923	31	8	25,8	23	74,2
1924	34	10	29,4	24	70,6
1925	41	15	36,6	23	56,1
1926	51	9	17,6	39	76,4
1927	35	12	34,3	23	65,1
1928	43	9	20,9	33	76,7
1929	98	9	9,2	88	89,8
1930	99	19	19,2	76	76,8
1931	71	9	12,7	62	87,3
1932	105	21	20,0	82	78,1
1933	107	17	15,9	90	84,1
1934	109	23	21,1	85	78,0
1935	89	17	19,1	72	80,9
1936	70	19	27,1	51	72,8
1937	17	8	47,0	9	52,9
1940	37	9	24,32	28	75,68
1941	59	20	33,90	39	66,10
1942	36	16	44,44	20	55,56

TABLA I (continuación)

<i>Años</i>	<i>Artículos</i>	<i>A.F.</i>	<i>%</i>	<i>A.Q.</i>	<i>%</i>
1943	58	23	39,66	35	60,34
1944	107	26	24,29	81	75,71
1945	121	29	23,97	92	76,03
1946	93	18	19,35	75	80,65
1947	91	22	24,18	69	75,82
1948	153	47	30,72	106	69,28
1949	156	28	17,95	128	82,05
1950	118	25	21,19	93	78,81
1951	160	34	21,25	126	78,75
1952	160	47	29,38	113	70,62
1953	164	43	26,22	121	73,78
1954	159	24	15,09	135	84,91
1955	116	28	24,14	88	75,86
1956	113	26	23,01	87	76,99
1957	112	21	18,75	91	81,25
1958	127	36	28,35	91	71,65
1959	136	39	28,68	97	71,32
1960	146	40	27,40	106	72,60
1961	133	36	27,07	96	72,93
1962	127	32	25,20	95	74,80
1963	119	35	29,41	84	70,59
1964	133	35	26,32	98	73,68
1965	148	37	25,00	111	75,00
1966	193	46	23,83	147	76,17
1967	178	55	30,90	123	69,10
1968	187	48	25,67	139	74,33
1969	185	48	25,95	137	74,05
1970	169	53	31,36	116	68,64
1971	204	63	30,88	141	69,12
1972	223	38	17,04	185	82,96
1973	224	49	21,88	175	78,12
1974	334	86	25,75	248	74,25
1975	257	62	24,12	195	75,88
	5.235	1.324		3.911	

TABLA II

Evolución del trabajo en equipo (porcentaje) en los artículos de Física

Quinquenios	1 firma	2 firmas	3 ó más
1903-5	95,5	4,5	0
1906-10	98,1	1,9	0
1911-15	80,0	12,5	7,5
1916-20	89,4	9,8	1,8
1921-25	83,0	17,0	0
1926-30	81,8	18,2	0
1931-35	53,5	45,0	1,5
1936-37	55,5	40,7	3,7
1940-44	62,7	35,1	2,2
1945-49	55,6	43,1	1,3
1950-54	38,2	41,0	20,8
1955-59	26,0	39,3	34,7
1960-64	29,7	28,7	41,6
1965-69	31,6	35,0	33,4
1970-75	17,7	39,3	43,0

TABLA III

Distribución porcentual de los artículos de Física por quinquenios y áreas temáticas (1903-1937)

Quinquenios	EM.	ESP.	RAD.	OPT.	AFG.	AVR.	Total
1903-5	33,8	—	—	25,0	26,5	14,7	100,0
1906-10	45,4	—	—	25,4	12,7	16,4	99,9
1911-15	42,5	—	—	15,0	20,0	22,5	100,0
1916-20	23,4	25,5	6,4	10,6	14,9	19,2	100,0
1921-25	31,9	31,9	8,5	6,4	10,6	10,6	99,9
1926-30	23,6	30,9	16,4	5,4	16,4	7,3	100,0
1931-35	27,6	12,6	47,1	—	9,2	3,5	100,0
1936-37	18,5	14,8	44,4	—	14,8	7,4	99,9
Valores Globales	31,2	13,8	16,2	11,3	15,5	12,0	100,0

EM.: Electricidad y Magnetismo
 ESP.: Espectroscopia
 RAD.: Radiología

OPT.: Óptica
 AFG.: Astronomía y Física del Globo
 AVR.: Varios

TABLA IV

Evolución quinquenal del porcentaje del número de artículos de Física correspondientes a cada área de investigación

<i>Quinquenios</i>	<i>OPT.</i>	<i>F.N.</i>	<i>F.T.</i>	<i>EM.</i>	<i>Q-F.</i>	<i>CRIS.</i>	<i>OTR.</i>
1940-44	34,0	2,12	1,06	18,08	8,51	5,31	34,88
1945-49	36,48	3,37	1,35	14,18	16,21	7,433	20,98
1950-54	26,01	13,29	1,73	13,87	6,93	25,43	12,74
1955-59	20,66	19,33	6,66	10,66	10,00	14,66	18,03
1960-64	14,68	31,63	11,86	13,55	5,08	5,64	17,56
1065-69	2,56	22,64	16,66	14,90	16,23	8,54	18,47
1970-75	1,13	24,43	15,05	19,60	15,62	8,23	15,94
Total	14,91	19,13	9,71	15,51	12,42	10,62	17,70

OPT.: Óptica

F.N.: Física Nuclear

F.T.: Física Teórica

EM: Electricidad y Magnetismo

Q-F.: Química-Física

CRIS.: Cristalografía

TABLA V

Evolución del porcentaje de artículos con referencias bibliográficas por quinquenios

<i>Quinquenios</i>	<i>%</i>	<i>Quinquenios</i>	<i>%</i>
1903-5	35,3	1940-44	72,7
1906-10	32,7	1945-49	86,9
1911-15	60,0	1950-54	88,4
1916-20	78,7	1955-59	97,2
1921-25	70,2	1960-64	96,2
1926-30	89,1	1965-69	98,9
1931-35	81,6	1970-75	99,2
1936-37	96,3		

TABLA VI

Evolución del porcentaje de autorreferencia sobre referencias por quinquenios

<i>Quinquenios</i>	<i>%</i>	<i>Quinquenios</i>	<i>%</i>
1903-5	10,8	1940-44	9,9
1906-10	3,2	1945-49	6,9
1911-15	9,3	1950-54	18,6
1916-20	12,9	1955-59	18,2
1921-25	17,6	1960-64	22,4
1926-30	14,7	1965-69	13,9
1931-35	11,6	1970-75	8,7
1936-37	8,8		

TABLA VII

Evolución porcentual por quinquenios e idiomas de las referencias bibliográficas

<i>Quinquenios</i>	<i>CAST.</i>	<i>FRA.</i>	<i>ING.</i>	<i>ALE.</i>	<i>OTR.</i>
1903-5	13,8	33,1	30,8	21,5	0,8
1906-10	5,4	38,7	25,8	25,8	4,3
1911-15	10,5	28,4	23,4	37,0	0,6
1916-20	19,9	18,4	26,1	34,3	1,2
1921-25	13,2	13,6	30,3	42,8	0,0
1926-30	14,7	17,7	33,4	33,4	0,7
1931-35	14,8	9,5	40,1	34,3	1,2
1936-37	15,5	9,8	38,9	33,7	2,1
Valores Globales	14,5	16,8	32,8	34,9	1,0
1940-44	13,9	15,2	28,4	29,1	13,1
1945-49	17,1	11,2	43,3	27,2	1,1
1950-54	18,3	6,7	60,2	8,6	6,0
1955-59	20,5	7,4	57,4	6,3	8,3
1960-64	22,9	6,7	59,6	4,6	5,8
1965-69	14,4	3,7	69,4	5,5	6,9
1970-75	8,2	3,6	78,7	3,1	6,1
Valores Globales	14,9	5,6	66,1	6,8	6,6

BIBLIOGRAFÍA

1. Actas de la Real Sociedad Española de Física y Química del 4-12-1939, del 19-2-1940 y del 20-12-1940.
2. BERNAL, J. D. (1939) *The Social Function of Science*, London Watts.
3. GARCÍA CAMARERO, E. y E. (1970) *La polémica de la ciencia española*, Madrid, Alianza Editorial.
4. GARRIDO, J. M. y MARSET, P. (1976) Aspectos bibliométricos e institucionales de la Real Sociedad Española de Historia Natural, *Bol. Soc. Esp. Hist. Med.*, 16, 5-34.
5. GRUPO Murciano de Investigación (1975) Investigación y Democracia, *Triunfo* (639), 26-31.
6. INIESTA, M. A.; VALERA, M.; LÓPEZ, C.; MARSET, P. (1981) 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*. Lhull, (en prensa).
7. INIESTA, M. A., *La química en España durante el primer tercio del siglo XX*, Murcia, Tesis doctoral en realización.
8. LAFUENTE, A. (1977) *La introducción de la relatividad en España*, Madrid, Tesis de licenciatura.
9. LÓPEZ, C.; VALERA, M.; INIESTA, M. A.; MARSET, P. (1981) Evolución bibliométrica de la producción en física de la Real Sociedad Española de Física y Química para el período 1940-1975, Lhull (en prensa).
10. LÓPEZ, C., *La producción española en física durante el franquismo*, Murcia, Tesis de doctorado en realización.
11. LÓPEZ PIÑERO, J. M.; MARSET, P. (1962) José Moserrat Riutort (1814-1881) y la recuperación de los hábitos de trabajo experimental en la España del siglo XIX, *Actas I Cong. Hist. Med.*, Madrid, 403-407.
12. LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1968) La literatura científica en la España contemporánea, en *Historia General de las Literaturas Hispánicas*, Barcelona, Vergara, vol. VI, 675-693.
13. LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1972) *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica*, Valencia, CDIM.
14. LOTKA, A. P. (1926) The frequency distribution of scientific productivity, *J. Washington Acad. Sci.*, 16, 317-332.
15. MARSET, P. (1971) La especialización en psiquiatría en la Valencia de principios de siglo, *Med. Esp.*, 66, 199-203.
16. MARTÍNEZ PARDO, F. (1978) *La neuropsiquiatría española a través de Archivos de Neurobiología*, Madrid, Garsi.
17. MEMORIAS de la Junta de Ampliación de Estudios 1922-23 y 1923-24, Madrid.
18. MENAHEM, G. (1977) *La ciencia y la institución militar*, Barcelona, Icaria.
19. NAVARRO, V. (1981) Nota acerca de los métodos de ajuste de la ley de productividad de Lotka. (En prensa.)
20. PARRA, P. (1981) Evolución de la producción en medicina preventiva a través de la *Revista Sanidad e Higiene* (1915-1975), *Rev. San. Hig. Pub.* (en prensa).
21. PÉREZ ESPEJO, M. A. (1976) *La neurología clínica española durante el período de entreguerras*, Granada, Tesis de licenciatura.
22. PRICE, D. J. S. (1973) *Hacia una ciencia de la ciencia*, Barcelona, Ariel.

23. RAMOS, E.; MARSET, P. (1975) El nacimiento de la pediatría en Valencia, *Med. Esp.* 25, 145-174 y 26, 137-176.
24. TUÑÓN DE LARA, M. (1973) *La España del siglo XIX*, Barcelona, Laia.
25. TUÑÓN DE LARA, M. (1974) *La España del siglo XX*, Barcelona, Laia.
26. VALERA, M.; MARSET, P. (1981) Aspectos bibliométricos e institucionales de la Real Sociedad Española de Física y Química para el período 1903-1937, *Actas del I Congreso de Historia de las Ciencias*, Madrid, 391-432.
27. VALERA, M. (1981) *La producción española en física a través de los Anales de la Sociedad Española de Física y Química (1903-1937)*, Murcia, Tesis de doctorado.
28. VARIOS autores (1979) *En el centenario de Blas Cabrera*, Madrid, Universidad Internacional de Canarias Pérez Galdós.