

La producción científica española de 1965 a 1970. Un estudio comparado

PEDRO GONZÁLEZ BLASCO

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este artículo es medir la cantidad y, en parte la calidad de la producción científica española en el período de tiempo comprendido entre 1965 y 1970. Se han realizado varios estudios acerca del dinero gastado en la investigación (Ver Foessa 1970: 911) pero poco sobre la producción científica en sí misma.

La disponibilidad de los datos es una de las principales dificultades en trabajos como éste; sobre todo si se quiere obtener los que permitan hacer un estudio comparativo con otros países. Los datos sobre las inversiones en investigación científica son preparados, en algunos casos, de acuerdo con los intereses de grupos políticos o financieros, y en otros de acuerdo con los intereses de los gobiernos nacionales. Razones políticas o de un estrecho espíritu nacionalista desempeñan importante papel en ese proceso. Los impuestos sobre las investigaciones y la complejidad de la investigación científica en sí misma son otras dos razones que a veces enmascaran los datos.

En este artículo trataremos de aplicar al caso español las líneas básicas que el profesor Derek de Solla Price indica en su estudio "Midiendo las dimensiones de la ciencia". Nuestro trabajo tiene una naturaleza exploratoria y no pretende ser, por tanto, un profundo análisis del tema.

2. FUENTES

Al consultar los artículos publicados por los investigadores científicos, como un medio para medir la producción científica de un país, una pregunta nos parece importante: ¿Dónde fue publicado este artículo? En otras palabras, ¿De qué revista se obtuvieron los datos? No existe una organización internacional que seleccione y prepare tal información. Se podría utilizar el Catálogo del Congreso de los Estados Unidos para conseguir la lista de casi todas las publicaciones científicas del mundo, pero

tal enfoque nos parece incorrecto, porque el número de publicaciones científicas depende de la organización social de los diferentes países. Así, países con una investigación científica bastante centralizada, publican menos revistas, generalmente, que los países con una organización más descentralizada y, no sería entonces válido el considerar igualmente ambas situaciones. Sería además necesario utilizar alguna fuente que considere la calidad de las revistas. Nosotros, entonces, usaremos una institución que selecciona un número significativo de revistas, utilizando algún criterio de calidad. Para esto, a un nivel relativo pero suficientemente relevante para nuestros propósitos, encontramos dos importantes fuentes: a) las publicaciones de la OCDE y, b) los volúmenes publicados por el Instituto de Información Científica de Filadelfia. Hemos escogido estos, porque cubren un número mayor de publicaciones y de países que los datos suministrados por la OCDE, lo cual nos permite comparar mejor España con otros países de habla hispanoamericana y hacer una buena estimación de la fuerza de la investigación española en el contexto internacional. Usaremos, por tanto, el "Directorio Internacional de la Investigación y Desarrollo Científico" y el "Citation Index", ambos publicados por el Instituto de Información Científica de Filadelfia, Estados Unidos. Con las publicaciones indicadas obtenemos: 1º) una lista de autores científicos publicados de 1965 a 1970, en mil novecientas setenta revistas de 168 países; 2º) los nombres de autores y títulos de todos los artículos que fueron citados de alguna forma, en cualquiera de los trabajos aparecidos en estas 1960 revistas, (por ejemplo: artículos citados en las notas de pie de página o en las referencia bibliográficas). Esta última información se obtiene del "Citation Index". Con ello la cobertura se extiende y nosotros conseguimos una mejor medida, especialmente del impacto de las publicaciones de un país dado sobre el resto de la comunidad científica internacional. (cf. Apéndice 1).

Ambos, el "Directorio" y el "Índice", nos indican el país, institución, nombre, título y fecha de publicación de todos los artículos científicos publicados por año. Las dos publicaciones aparecieron por primera vez en 1957 y si consideramos los cinco primeros años como período de afinamiento tendremos una cierta garantía de que los años 1965 a 1970, resultan ser el período más válido para los datos que nosotros queremos obtener de estas publicaciones.

Parece oportuno hacer algunas puntualizaciones: 1º) no conocemos el criterio exacto que se usó para seleccionar las revistas, pero de la lista de éstas deducimos que se utilizó una muestra muy amplia: 1960 revistas científicas de 168 países, en todos los campos científicos y tecnológicos. De acuerdo con los test realizados, tal selección cubre del 80 al 90 por ciento del efecto (medido por las citas)¹ de las publicaciones científicas del mundo, 2º) tanto el "Directorio" como el "Índice", nos dan solamente información de los autores citados en primer lugar. Por ello mucho del valor de la medida se pierde, especialmente en algunos

países donde el jefe del grupo investigador o el profesor director, es el primero que aparece firmando el artículo; 3º) los datos tienen sobre todo un valor comparativo y no es muy válido el considerarlos como datos absolutos; 4º) tomamos como lugar donde ha sido publicado un artículo, el dado por el autor. Esta última indicación, es importante para el caso de los autores que están viviendo en ciudades o países diferentes de aquellos en que publican.

A pesar de las indicaciones hechas anteriormente, tanto el "Directorio" como el "Índice", son instrumentos valiosos para obtener información sobre la producción científica, especialmente desde un enfoque de tipo comparativo.

Hemos resumido en la siguiente tabla algunas estadísticas de la cobertura que se tiene con ambas publicaciones del Instituto de Información Científica de Filadelfia.

TABLA No. 1
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA PUBLICADA EN EL MUNDO, POR AÑOS
(CUBIERTA POR EL IDR Y SCI)

<i>Años</i>	<i>No. de Autores</i>	<i>No. de Artículos (miles)</i>	<i>No. de Instituciones</i>	<i>No. de Revistas</i>	<i>No. de Países</i>
1967	126.055	200	21.487	1464	136
1968	152.648	225	22.718	1515	138
1969	187.364	225	33.832	1690	168
1970	236.429	...	3-144	....	...

¹ Ver John Derek de Solla Price, 1970: 105.

Considerando el caso de España, las revistas que regularmente han sido revisadas y registradas en el IDR y el SCI son las siguientes: "Anales de Física", "Anales de Química", "Energía Nuclear", "Revista Española de Fisiología", "Genética Ibérica", e "Investigación Pesquera". Además, se registraron todos los artículos anotados a pie de página o en la referencia, y todos los artículos de autores españoles citados de alguna manera en todas y cada una de las mil seiscientas ochenta y cuatro revistas extranjeras. En total se cuantificaron 4,669 revistas pertenecientes a 168 países, para el período 1965-1970. Esta es la fuente de datos que nosotros hemos considerado.

3. NÚMERO DE AUTORES CIENTÍFICOS

Una medida de la producción científica de un país es el número de sus científicos que han publicado, al menos un artículo, durante un deter-

minado período de tiempo. Aplicando este criterio para España, y dado el tipo de fuente que nosotros usamos para obtener estos datos, hemos medido la producción española, considerándola no sólo en sí, sino también por su impacto en la comunidad científica internacional. El número de autores científicos españoles, en los años 1967-1970 está dado en la tabla siguiente:

TABLA No. 2
(*) NÚMERO DE AUTORES CIENTÍFICOS POR AÑO

<i>Años</i>	ESPAÑA		MUNDO		
	<i>Autores (A)</i>	<i>Crecimiento Relativo</i>	<i>Autores (B)</i>	<i>Crecimiento Relativo</i>	<i>Ratio (A/B) x 100</i>
1967	277	0,96	126.055	1.21	0,22
1968	266	1,35	152.648	1,23	0,17
1969	358	1,25	187.364	1,26	0,19
1970	447	...	136.429	...	0,19

* No se tiene en cuenta el crecimiento relativo de las fuentes "IDR" & "SCI".

Teniendo en cuenta estos datos se pueden deducir varias conclusiones como hipótesis posibles:

- 1º En general hay un relativo crecimiento de los autores científicos españoles, en los cuatro años considerados.
- 2º España, al menos, no está perdiendo terreno, en el desarrollo de la producción científica mundial, pero su contribución a la producción total del mundo es muy baja.
- 3º Aunque su crecimiento relativo se está incrementando, España mantiene casi una relación constante con la producción científica mundial (0,0017 - 0,0019 - 0,0019). Este hecho plantea un serio problema a la política científica de países como el nuestro, porque los países semi-desarrollados científicamente están estancados a pesar de registrar algún crecimiento en la producción de sus publicaciones. Considerando un contexto internacional, y tomando como medida el número de autores científicos, España en 1967 ocupaba el lugar 29, mientras naciones como Polonia ocupaban el (Nº 15) Hungría (Nº 17), Argentina (Nº 26), República Árabe Unida (Nº 27) y Yugoslavia el lugar número 28. Por debajo del lugar ocupado por España están Brasil (Nº 31), Chile (Nº 35) y Grecia (Nº 34). Si consideramos

que los catorce primeros países aportan el 90% de la producción científica mundial, España está situada en el segundo grupo de 24 países que producen en conjunto el 9% del total mundial. Noventa ciudades esparcidas por el mundo tienen, cada una de ellas un número de autores científicos mayor que toda España.* Dos ciudades, Madrid y Barcelona, concentran alrededor del 60% del número total de artículos científicos publicados en España. (Ver tabla Nº 3)

TABLA No. 3

NÚMERO DE AUTORES CIENTÍFICOS EN MADRID Y BARCELONA POR AÑOS

Año	MADRID			BARCELONA		
	Total	Crecimiento Relativo	Porcentaje sobre el total de la nación	Total	Crecimiento Relativo	Porcentaje sobre el total de la nación
1967	140	...	54,3	44	...	18,6
1968	136	0,97	50,3	58	1,3	21,4
1969	170	1,25	46,6	63	1,08	15,0
1970	217	1,27	46,3	66	1,04	15,4

Analizando estos datos vemos que el crecimiento de Barcelona parece más prometedor, puesto que no muestra períodos de retroceso, pero es muy lento. En Madrid, el crecimiento del número de autores científicos es más rápido. Desde 1968 a 1970 el crecimiento relativo fue de 1,6 mayor que la media del mundo que se ha estimado en 2,0 cada siete a diez años. El porcentaje de Madrid fue casi la mitad del total del porcentaje español. De lo cual se deduce que hay un gran nivel de concentración en la capital administrativa de España en cuanto al número de autores científicos. El porcentaje de participación de ambas ciudades en el total nacional español, muestra una leve tendencia decreciente.

4. NÚMERO TOTAL DE AUTORES Y PRODUCTO NACIONAL BRUTO (P.N.B.)

Según el profesor Price, las dimensiones de la producción científica de un país no dependen del tamaño de su población sino más bien del producto nacional bruto. Apoyándonos en esta idea podemos decir que la producción científica española, medida por el número de autores, está subrepresentada, con respecto a lo que correspondía a España según su producto nacional bruto. Este hecho es mucho más significativo si lo

* Cuarenta y cinco de estas se encuentran en Estados Unidos.

comparamos con países como Italia o la India, cuya participación según el número de autores es igual o está por encima de su participación en la riqueza mundial. El problema de la producción científica parece ser, por tanto, un problema que no sólo depende del problema económico del país, sino en gran parte de la disposición y buen empleo de los recursos; de la orientación del sistema educativo, y de una buena organización de los centros de investigación, entre otros factores.

Aun comparándolo con países como la Unión Soviética e Italia, que tiene un número de autores científicos por debajo de lo que podría pensarse, dada su participación en la renta mundial (índice negativo, ver tabla 4), España está colocada en un lugar muy lejano a ellos (índice negativo 0,9). El caso del Reino Unido es interesante, porque con un porcentaje de participación en la renta mundial más pequeño que el de Rusia, tiene sin embargo un mayor porcentaje de autores que este último país. También son importantes los casos de Canadá y Francia y, especialmente, Israel y Japón. Los Estados Unidos, según estos datos, tienen uno de cada tres de los autores científicos del mundo. Estudiaremos esto con algo más de detalle después de considerar los autores científicos y el producto nacional bruto en relación a la población de cada país.

TABLA No. 4
PARTICIPACIÓN EN EL TOTAL MUNDIAL DE LA POBLACIÓN, PRODUCTO NACIONAL BRUTO Y NÚMERO DE AUTORES CIENTÍFICOS.
PORCENTAJE POR PAÍSES. (1967)

<i>Países sobre representados</i>	<i>Población</i>	<i>P.N.B. (A)</i>	<i>Autores Científicos (B)</i>	<i>Índice</i>	
				<i>B—A</i>	<i>B+A</i>
U.S.A.	5,9	32,8	41,5	+0,12	
Reino Unido	1,6	44,8	8,1	+0,26	
Francia	1,4	4,5	5,4	+0,1	
Japón	2,9	3,6	4,1	+0,06	
Canadá	0,6	2,2	3,2	+0,2	
India	14,4	2,2	2,3	+0,02	
Suiza	0,2	0,6	1,4	+0,4	
Israel	0,08	0,15	0,9	+0,7	
<i>Países sub-representados</i>					
URSS	7,0	15,6	8,0	-0,3	
Italia	1,5	2,6	2,2	-0,1	
L. América	7,0	3,7	0,9	-0,6	
España	0,91	1,0	0,002	-0,9	

La fuente para países diferentes de España está tomada de John Derek de Solla Price (1970: 109)

Índice 0 = equilibrio entre la participación en autores y la participación en la riqueza mundial.

+ = participación en autores mayor que la participación en la riqueza mundial.

- = participación en autores por debajo de la participación en la riqueza mundial (PNB/Total mundial).

Límite del índice: ± 1 .

5. AUTORES CIENTÍFICOS E INSTITUCIONES

Usando nuestros datos podemos explorar el problema de quién sostiene las investigaciones científicas en España. Nuestro tratamiento será solamente una aproximación, pero aun con este carácter el tema parece suficientemente interesante.

En España las instituciones que dependen directamente del Estado acumulan básicamente el peso de la investigación científica. El noventa por ciento de los autores científicos, en 1970, estaban trabajando en instituciones oficiales y solamente el 10% en centros privados. Si tomamos el número de autores por el tipo de centro, encontramos que la relación de autores a centro es 2,5 autores por cada centro privado, y 5,0 autores por cada una de las instituciones estatales. Los centros oficiales, dependientes del Estado, dedicados sólo, o principalmente, a la investigación científica, contribuyen con el número de autores científicos al total nacional. En cualquier caso el número de científicos que publican en instituciones privadas y estatales es bajo, tanto en términos absolutos, como en términos relativos. Después de los centros oficiales de investigación del Estado, encontramos las universidades estatales, y en tercer lugar las universidades privadas, que están muy por debajo de los primeros tipos de instituciones. Sin embargo, es interesante notar que, dentro de las instituciones del Estado, las universidades tienen un porcentaje mayor de autores (casi 10 autores por universidad), que los centros oficiales de investigación (4,7 autores por centro). Hemos considerado cada universidad, en su totalidad como una unidad. Por otra parte, no hemos considerado cada Centro oficial de investigación (por ejemplo la Junta de Energía Nuclear o el Consejo Superior de Investigaciones Científicas), como una unidad, sino cada uno de los departamentos de estos Centros como unidades diferenciadas. De tal manera que por ejemplo el Instituto de Biología o el Centro de Genética son unidades de producción para nosotros, aunque ambos estén dentro del complejo "Consejo Superior de Investigaciones Científicas". La razón para considerarlo así es que, dado el sistema educativo español, es mucho el tiempo que un profesor de universidad debe dedicar a tareas de enseñanza o afines de universidad. Debido a esto tiene, teóricamente, menos tiempo para su propia investigación que un miembro dedicado, a tiempo completo, a la investigación en otros centros de investigación oficial del Estado. En cualquier caso el número de autores científicos por institución es bajo, sobre todo si tenemos en cuenta que la medida se hace sobre la base de artículos publicados (al menos uno) y no hablamos de libros publicados.

Es interesante comparar esta baja producción de publicaciones científicas, dentro de un contexto internacional, con un número relativamente alto de publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 44 Revistas Científicas en 1965. Esto plantea un tema interesante para una posterior investigación en profundidad: la diferencia entre la

producción científica dentro del país y su influencia dentro de España, y la producción científica española con impacto real en una comunidad científica internacional, que es lo que aquí tratamos.

TABLA No. 5
AUTORES CIENTÍFICOS POR TIPOS DE INSTITUCIONES (ESPAÑA 1970)

	No. de Autores	%	No. de Científicos ¹	%	Autores por Organización
—Industrias Privadas	22	4,9	16	1,6	1,4
—Universidades Privadas ..	23	5,1	2	2,0	11,5
—Hospitales o Instituciones locales sin beneficios ...	16	3,6	12	12,0	1,3
—Instituciones Municipales.	5	1,1	5	5,0	1,0
—Universidades estatales ...	139	31,1	14	14,0	9,9
—Centros de Investigación Científicas Estatales	242	54,1	51	51,0	4,7
TOTAL:	447	99,9	100	1000	..

¹ Considerando cada Universidad en su totalidad, como una unidad.

FUENTE: Directorio Internacional de Investigación y Desarrollo Científico I.D.R. & D.S. y Science Citation Index (SCI) 1970.

Otro interesante aspecto es el caso de la industria privada y su baja contribución global a la producción científica española, en términos de artículos publicados por dichas instituciones. El cinco por ciento de los autores dependen de la industria privada. Encontramos que en 1970 el número de autores por firma industrial es 1,4. Este hecho sugiere que la industria española en general, subvenciona más a un individuo aislado que a Equipos de investigación como tales. Una razón importante para explicar este hecho es probablemente el tamaño medio de la industria española. La fragmentación de la industria española en pequeñas firmas, y las dimensiones relativamente pequeñas de la mayor parte de las industrias, comparadas con standards europeos nos puede dar una explicación de la pequeña contribución que la industria hace a la investigación en España, pensando siempre en la medida que utilizamos aquí, es decir los artículos publicados por científicos. Así parece que la industria en general, gasta más el dinero en patentes extranjeras que en una investigación que se traduzca en publicaciones de tipo científico. Este hecho, al final, plantea serias dudas para el desarrollo de la industria española en un futuro contexto competitivo internacional.

Aproximadamente el 50% de los gastos de las industrias españolas en investigación científica, viene de las cuatro firmas más importantes. Los

gastos totales de la industria privada española en la investigación se acercan al millón de dólares (en 1964), lo cual es muy bajo comparado con el esfuerzo económico de la industria en otros países europeos. (Cf. tabla 6)

TABLA No. 6

PORCENTAJE DE GASTOS POR FIRMAS INDUSTRIALES EN MILLONES DE DÓLARES U.S.A. A CAMBIO OFICIAL (1963/64)

Firmas	Reino		Francia	Italia ¹	Suecia	Bélgica	Noruega	España
	U.S.A.	Unido						
1ª a la 4ª	735	88	38	21	14	9	1,6	0,5
4ª a la 8ª	434	29	17	4	4,2	3	0,5	0,4
8ª a la 20ª	245	15	10	2	1,4	1,7	0,3	0,17
20ª a la 40ª	87	7	6	1	0,4	0,5	0,16	0,07
40ª a la 100ª	27	3	2	0,3	0,08	0,15	0,06	..
100ª a la 200ª	9	0,8	0,7	..	..	0,04	0,02	..
200ª a la 300ª	4	0,3	..	..	..	0,02	..	..

¹ Excluyendo programas financiados por el Ministerio de Defensa.

FUENTE: "The Overall Level and Structure of R & D Effort in OECD Member Countries", OCDE, Paris, 1967.

Aunque no hemos podido obtener suficientes datos, deducimos por los que poseemos que el tipo de industria que más invierte en investigación científica son los laboratorios de farmacia.

En cuanto a la contribución hecha por las instituciones locales a la investigación científica, según nuestros datos es muy pequeña. Este hecho de que instituciones municipales u otras dependientes de la administración local, aporten tan poco a la investigación científica, es interesante y quizás pudiera ser una pauta, para los países semi-desarrollados. Se puede pensar, que el personal de tales instituciones está más ocupado en ciertas tareas rutinarias que en la dedicación a un tipo de trabajo que permitiera publicar artículos en Revistas Científicas especializadas. De hecho, en 1970 solamente cinco instituciones municipales, todas ellas localizadas en Madrid y Barcelona, contribuyeron con autores científicos al total nacional. La relación de autores por institución fue de 3,6. Así pues, la administración local, que es un importante apoyo para la investigación científica en otros países, es casi insignificante en España. Dejando aparte el nivel de urbanización del país y la concentración de la población en núcleos urbanos de relativa importancia, parece que hay otros factores importantes para explicar esta situación. Tales factores pueden ser la organización y la motivación que existe en estos centros dependientes de instituciones locales. Aun en ciudades con tres millones

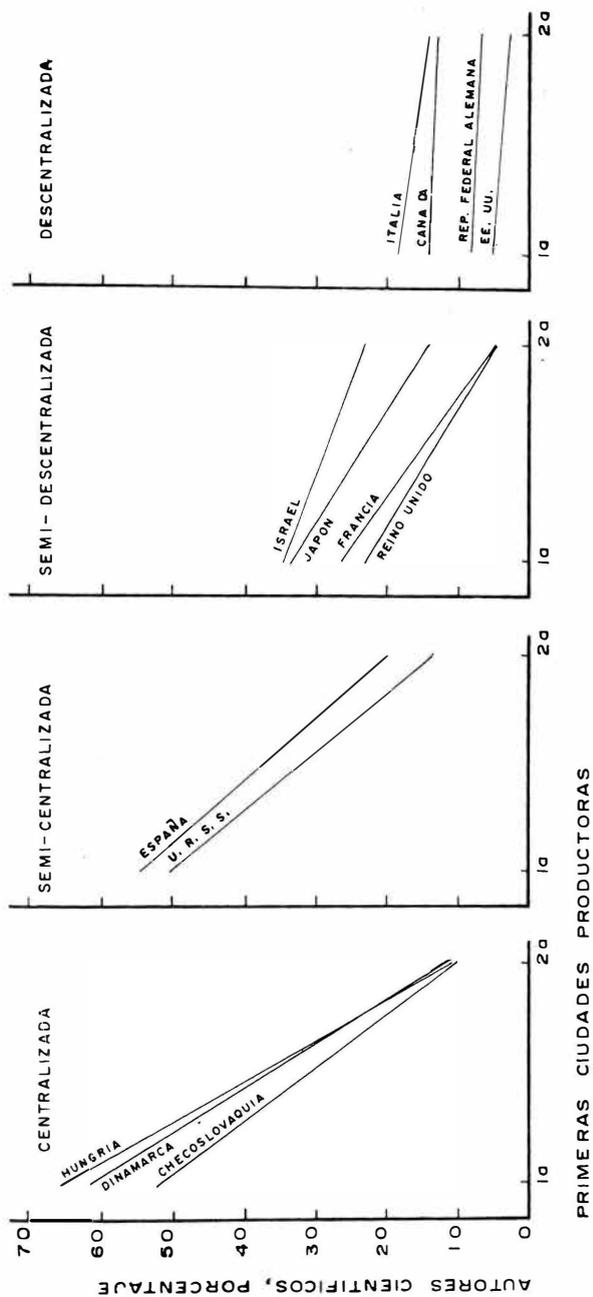
de habitantes o más, como Madrid y Barcelona, la contribución de las instituciones dependientes de la Administración local a la investigación científica es muy baja.

Al considerar el número de autores en relación al tipo de institución, encontramos que las universidades privadas son las que tienen una contribución más alta: 11,5 autores por universidad, frente a 9,9 autores por universidad estatal. En otras palabras, el impacto de la investigación científica, internacional, realizada por las universidades privadas, es mayor que la que realizan las universidades estatales. Ciertamente la influencia de la Universidad de Navarra, se deja sentir aquí. Sería interesante continuar estudiando este punto con más detalle, no sólo pensando en la cantidad sino también en la calidad del trabajo hecho por estas distintas instituciones. En cualquier caso los resultados son significativos dentro de España, y probablemente, entre otros factores, los lazos de la Universidad de Navarra con círculos científicos de fuera de España, permiten a los científicos que trabajan allí esta mayor productividad y diversidad. Comparada con otras instituciones privadas, como el Instituto Químico de Sarriá, y considerando los autores científicos que publicaron en 1970, de los 23 autores que hemos registrado en nuestras fuentes, que cuentan con impacto en un contexto internacional, 16 pertenecen a la Universidad de Navarra.

6. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

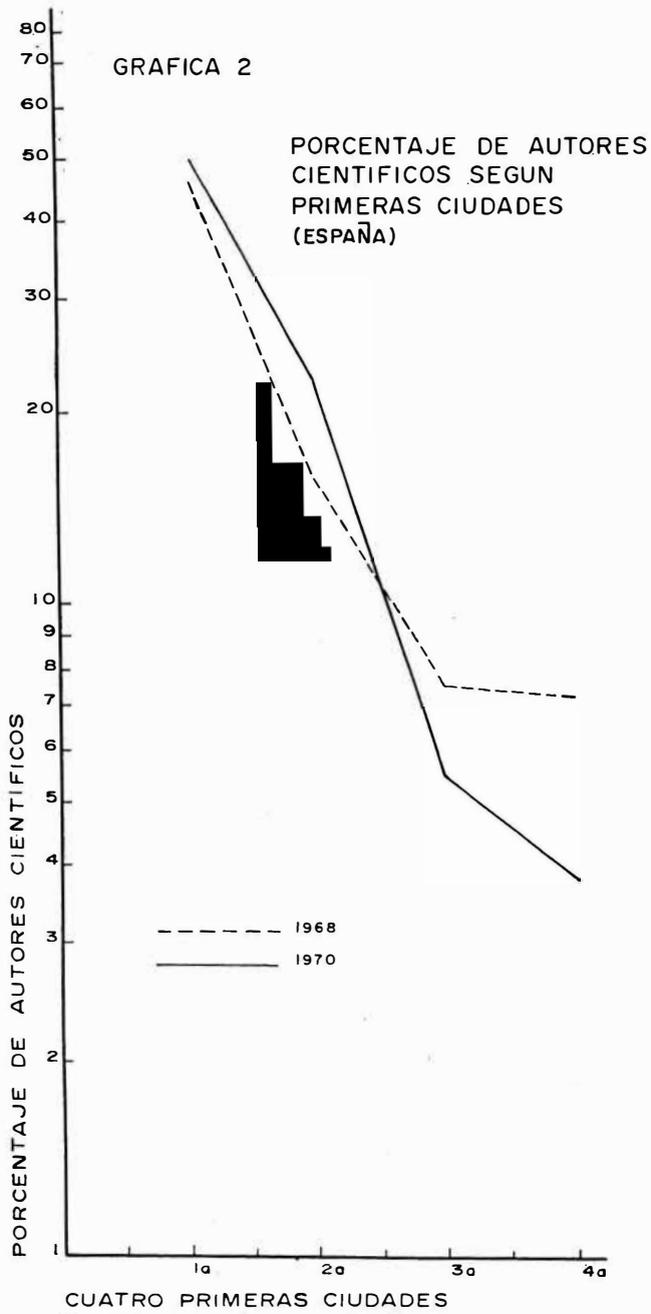
España es, científicamente hablando, un país con un alto nivel de centralización (ver tabla 7). Madrid y Barcelona son las dos ciudades principales donde se concentra la investigación científica, con aproximadamente el 65% del número total de autores científicos en 1970. Sin embargo, ambas están disminuyendo algo su participación en el total nacional de autores científicos. Sevilla y Valencia son centros que están incrementando su crecimiento, así como Navarra, ésta en el sector privado. Es interesante notar que algunas capitales están sobrerrepresentadas, teniendo en cuenta su carácter universitario y su crecimiento económico, durante los cuatro años considerados 1967-1970, como por ejemplo, Zaragoza y Valladolid. Otras ciudades con núcleos de investigación muestran una producción alternante con años en los que casi no tienen autores y años en los que pueden contar con algunos. Este hecho nos hace pensar que debe haber centros con un equipo y una actividad científica que está desconectada de las principales líneas de producción científica del país, o bien, que quizá depende más de uno o dos investigadores que de un verdadero grupo de investigación localizado en esas ciudades. Así, parece que hay varios núcleos científicos en España a los cuales es dudoso que se les pueda aplicar realmente el calificativo de centros de investigación. Todos los hechos anteriormente descritos pueden verse en la tabla 7 y en los gráficos 1 y 2.

CONCENTRACION DE AUTORES CIENTÍFICOS EN LAS DOS PRIMERAS CIUDADES PRODUCTORAS PARA DIVERSOS PAISES (1967)



FUENTES

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION, *International Directory of Research and Development Scientists*, (IDR & DS) y *Science Citation Index*, (SCI), 1967, Vol. 6, Philadelphia, USA.
 JOHN DEREK DE Solla PRICE, *Measuring the Size of Science*, en *The Israel Academy of Science and Humanities Proceedings*, Vol. Núm. 6, p. 108



FUENTE

Datos de la tabla 7

TABLA No. 7
DISTRIBUCIÓN DE AUTORES CIENTÍFICOS POR CIUDADES
Y AÑOS PORCENTAJE

<i>Ciudades</i>	<i>1967</i>	<i>1968</i>	<i>1969</i>	<i>1970</i>
Barcelona	18,6	21,4	15,0	15,4
Bilbao .....	..	0,4	0,6	..
Cádiz	0,4	..	0,3	0,2
Cartagena .....	..	..	0,3	..
Comillas	3,0	3,7	2,2	1,7
Compostela	3,0	3,7	2,2	1,7
Córdoba	0,4	..	..	2,5
Coruña .....	..	0,4	..	..
Granada	1,5	3,7	3,6	3,5
León	0,4	0,4	..	0,4
Madrid	54,4	50,3	46,6	46,2
Murcia	1,9	0,4	0,3	0,6
Pamplona	4,1	5,3	7,3	3,3
Oviedo	0,4	0,7	0,3	2,3
Salamanca	1,9	3,0	2,0	2,3
Segura	0,4	..	..	0,2
Sevilla	2,6	3,4	3,0	7,5
Tarrasa	0,4	0,4	0,6	0,2
Tenerife	0,7	0,4	4,2	2,1
Tortosa .....	..	..	..	0,2
Toledo .....	..	..	0,3	0,3
Valencia	4,5	3,0	5,3	7,1
Valladolid	2,8	1,9	5,3	2,1
Zaragoza	1,1	0,7	0,8	0,6
Sarriá	0,7	..	..	0,6
San Sebastián .....	..	0,4	..	..
Huelva	0,4	0,4	..	0,6

NOTA: Incluyendo los centros de San Sebastián y Vitoria como extensión de Universidad de Navarra. (Pamplona)

FUENTE: International Directory of Research and Development, Scientists. 1967-1968-1969-1970. Science Citation Index, 1967-1968-1969-1970. Ambos citados en el Institut for Scientific Information, Philadelphia U.S.

Considerando esta centralización o descentralización de la producción científica, podríamos distinguir cuatro tipos de países:

- A) Países descentralizados en los cuales los autores están esparcidos por casi todos los países, en centros también diseminados y donde no hay mucha diferencia entre los distintos centros, en términos del número de autores con que cada uno contribuye al total de publicaciones de la nación. Por ejemplo Alemania Occidental, Canadá y EEUU.

- B) Países semi-descentralizados o países con una cierta descentralización, pero que tienen al menos una ciudad que concentra una producción significativa del total del número de autores científicos. Como cifra aproximativa, podremos dar la de 20% al 35% de los autores científicos del país, concentrados en esa ciudad principal. Tal es el caso de Inglaterra, Francia y Japón.
- C) Países semi-centralizados donde en los mayores núcleos urbanos se concentran del 35% al 50% de los autores científicos. Esto ocurre en España y Rusia.
- D) Países centralizados o países en los cuales la ciudad más importante concentra al menos el 59% de los autores. Este es el caso de Hungría, Checoslovaquia y Dinamarca. (ver gráfico 2)

Esta división de los países, según los diferentes tipos de centralización o descentralización, parece apuntar hacia una cierta correspondencia entre los niveles de concentración de los autores y de la investigación científica, y los diferentes sistemas políticos (democrático, autocrático, totalitario etcétera) dicho sea esto en términos generales, pues la analogía no puede exagerarse (ver, por ejemplo el caso de Dinamarca). España, en este sentido, es un país semi-centralizado, considerando el lugar en donde viven sus autores científicos. En 1970, 46% de los autores científicos estaban viviendo en Madrid. De tal forma que la capital administrativa del país es también la "Capital" de la producción científica española, medida por el número de autores. España entonces se puede considerar, como un país semi-descentralizado pero muy cercano a una alta centralización a la pendiente dada por la recta que indica el porcentaje de autores viviendo en las dos principales ciudades de la nación indicadas. (Ver gráfico 1) Madrid y Barcelona son las capitales españolas que concentran, como ya hemos apuntado, el 65% de los autores científicos nacionales. Ambas capitales son consideradas en el gráfico adjunto, para el caso de España.

7. ARTÍCULOS POR AUTOR

●tra medida de la investigación científica, en cuanto a publicaciones viene dada por el número de artículos publicados por los científicos en un año. Usando como fuentes tanto el International Directory of Research and Development como el Scientific Citation Index hemos tomado una muestra de 94 autores científicos españoles (20%) del número total de 447 nombres registrados en 1970. Dada la repetición de nombres y de coautores, nuestra muestra se compone de casi el 98% del número total de la población de autores científicos españoles, cubierta por ambas publicaciones (IDRD & SCI).

De los 94 autores, 85 son significativos, dado que 9 autores de la muestra son solamente colaboradores o autores secundarios. Así, final-

mente, nuestra muestra está compuesta de 85 primeros autores con un error de 15. (Ver apéndice 2). Los resultados entonces pueden ser considerados como una buena aproximación, pero nada más. El porcentaje de artículos por autor es de 1,6. El autor más prolífero escribió seis artículos y es el único que ha publicado esa cantidad. Entonces, 60 autores escribieron un artículo cada uno. Estos hechos sugieren que en España no hay autores líderes o escritores muy destacados, por la cantidad de artículos escritos. Parece pues dudoso que en España existan verdaderas "escuelas de investigación", considerando la carencia de grandes autores en cuanto a la cantidad de sus escritos. Autores de los que se podría pensar que dada la cuantía de su producción van creando discípulos.

70% de los autores españoles publican solamente un artículo en 1970 y sólo el 16% publicaron dos. Los resultados se muestran en las tablas 8 y 9 y el gráfico 3. Tomando el número total (número de autores que publican algún artículo), vemos que la pendiente de la curva se incrementa en la última parte. Tendencia ésta que es seguida en casi todos los países.

Hay que hacer notar que, acuerdo con nuestros datos (ver tablas 8, 9) España no sigue exactamente la Ley de Lotka, pero se aproxima bastante, por lo que podemos considerar que esta ley se cumple para nuestro país. Así, "el número de científicos que producen N artículos es pro-

porcional a $\frac{1}{N^2}$ " (Lotka 1929: 317). Hemos construido la tabla No. 9

calculando los autores de acuerdo a su nivel de productividad, y con esta tabla como fuente hemos dibujado el gráfico No. 3 que representa la expresión de la ley de Lotka para el caso de España.

TABLA No. 8

AUTORES CIENTÍFICOS SEGÚN DIVERSOS GRADOS DE PRODUCTIVIDAD
(ACUMULATIVO)

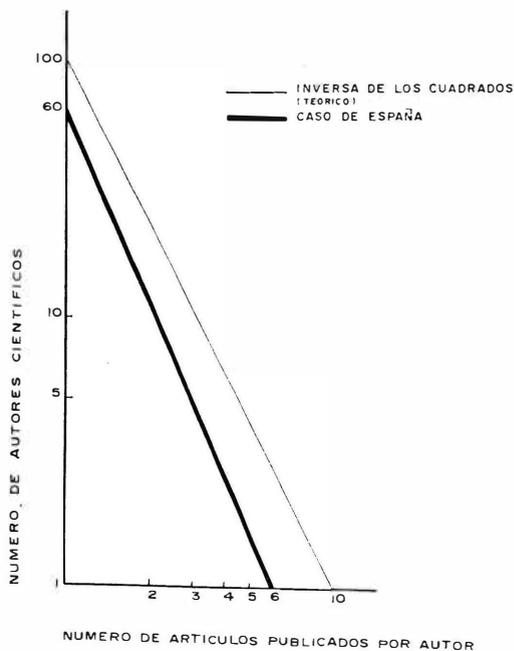
<i>Artículo/Autor</i>	<i>No. de Autores</i>	<i>Índice</i>
al menos 1	130	100
al menos 2	70	54
al menos 3	42	32
al menos 4	24	18
al menos 5	16	12
al menos 6	6	5

TABLA No 9
 AUTORES CIENTÍFICOS SEGÚN DIVERSOS GRADOS DE PRODUCTIVIDAD
 (PRIMEROS AUTORES)

Artículo/Autor	No. de Autores	%	No. Artículos	%	Reducción a base 100
1	60	70	60	46	100,0
2	14	16	28	22	23,4
3	6	7	18	14	10,0
4	2	2	8	6	3,4
5	2	2	10	7	3,4
6	1	1	6	5	1,6
TOTAL:	85	98	180	100	

Artículos/Autor (Media) = $180/85 = 1,6$ Artículos/Autor

GRAFICO 3 LEY DE LOTKA



FUENTE

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION, *International Directory of Research and Development Scientist*, (IDR B DS) y *Science Citation Index*, (SCI) 1970, Philadelphia, USA.
 NOTA: El Profesor John Derek de Solla Price, da una expresión más exacta de la ley de Lotka considerando la producción alta y baja (Ver "Little Science Big Science" p. 48).

8. NÚMERO DE ARTÍCULOS PUBLICADOS, PRODUCTO NACIONAL BRUTO Y POBLACIÓN

El profesor De Solla Price en su estudio "Midiendo las dimensiones de la Ciencia", nos muestra tres importantes resultados: 1º "que la contribución de los distintos países es similar en Química y Física"; 2º "la participación, que cada país tiene de la literatura científica mundial, viene a ser muy próxima (casi siempre dentro de un factor de 2) a la participación que el país tiene en la riqueza mundial (medida más convenientemente en términos del PNB)" 3º "la contribución de un país en investigación científica es muy diferente de su participación en la población mundial, y está relacionada más significativamente con su participación en la riqueza mundial (PNB), que con el dinero que el país ha invertido en educación superior". (1967: 84,90).

Desde este enfoque el profesor De Solla Price deduce que la producción científica de un país, si es medida como una función del PNB per capita y de la población, resultará únicamente ser una función del PNB. En términos generales su pensamiento podría ser resumido en los siguientes términos:

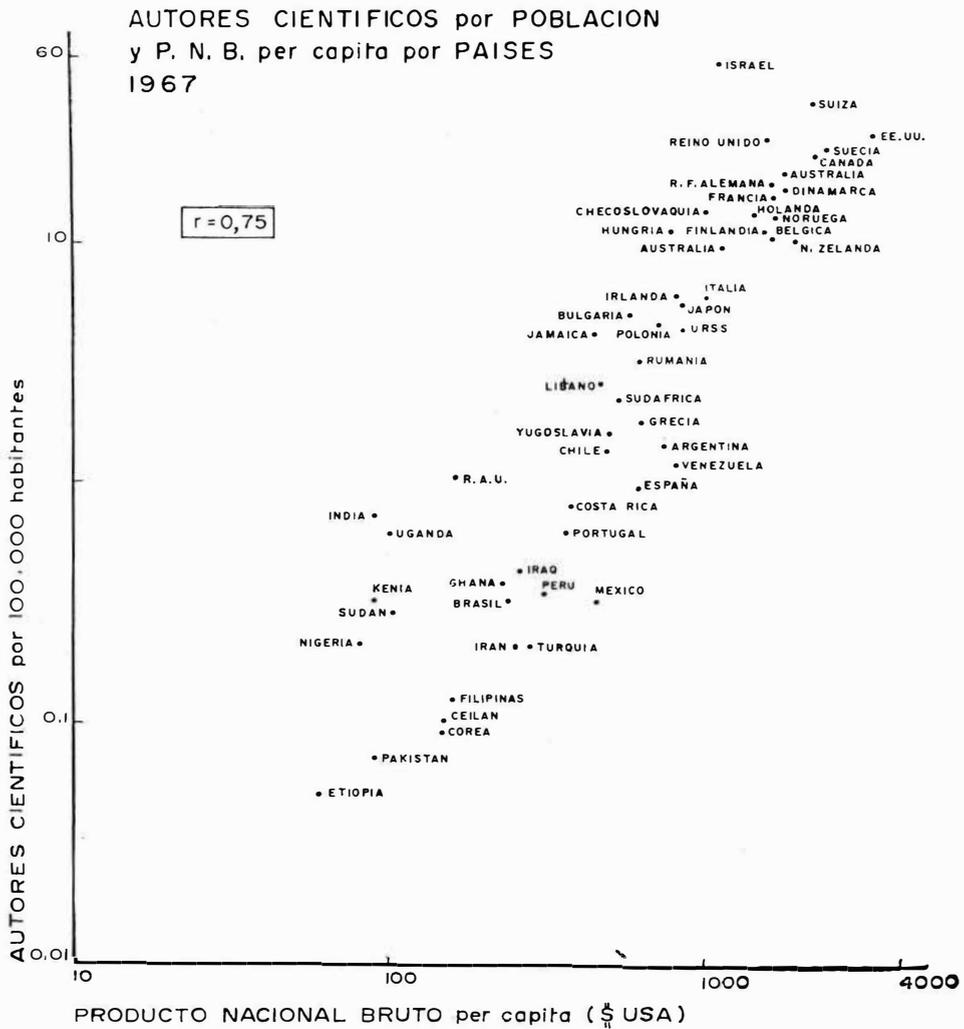
$$\begin{array}{ll} Pr = f (Po, P.N.B./Po) & Pr = \text{Productividad} \\ Pr = k \times f (Po \times P.N.B./Po) & Po = \text{Población} \\ Pr = k \times P.N.B. & k = \text{Constante} \end{array}$$

Teniendo en cuenta los hechos expuestos anteriormente, el profesor Price llega a varios resultados interesantes. Así, por ejemplo, nos dice que el 90% de la producción científica del mundo está realizada por 14 países; y que otras 40 naciones contribuyen con el 1% solamente.

Sin embargo, a nosotros nos parece que el relacionar también la variable "población del país" junto con la de población científica, y con la riqueza de la nación, puede dar interesantes resultados. Así, hemos trabajado con 56 países relacionando tres variables: Población, Producción Científica (autores y número de artículos) y Producto Nacional Bruto per capita.

La correlación entre el producto nacional bruto per capita, y el número de autores por población es alta: $r = 0,75$. La medida total es de 6,8 autores por 100,000 habitantes. Los 56 países que hemos considerado se distribuyen de acuerdo a una curva logarítmica, en la cual, los países con un alto nivel de producción científica están más concentrados; por el contrario los países con una baja producción científica están más dispersos.

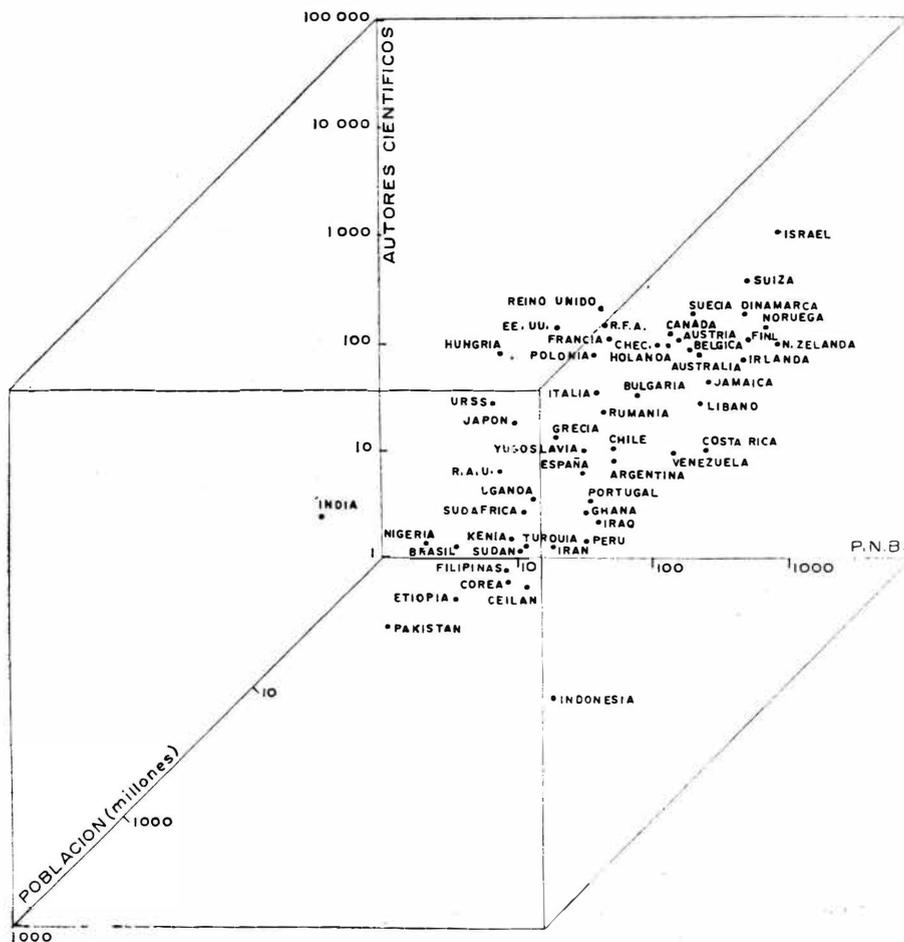
Israel es un caso fuera de serie, porque con un producto nacional bruto per capita más bajo que Canadá, que los Estados Unidos, y aun que varios países Europeos, su número de autores por población es el más alto de todos estos países. El alto nivel educativo de Israel y la calidad de los emigrantes que recibe cada año, son probablemente impor-



FUENTES

Ibidem

AUTORES CIENTIFICOS, P. N. B. y POBLACION por PAISES 1967



FUENTES

NACIONES UNIDAS, *Statistical Yearbook*, pp. 563 - 565
 POPULATION REFERENCE BUREAU, *1971 World Population Data Sheet*, Edición Revisada, agosto 1971 Washington, USA.
 JOHN DEREK DE SOLLA PRICE, *Measuring the Size of Science* en The Israel Academy of Science and Humanities Proceedings, Vol. IV Núm. 6, pp. 106 a 110.
 INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION, *International Directory of Research and Development Scientist*, (IDR B DS) y *Science Citation Index*, (SCI), 1970, Philadelphia, USA.

tantes razones para su éxito en la investigación científica. También es importante para nosotros señalar el apoyo dado por el gobierno de Israel a la investigación científica; la adecuada organización de los centros judíos, y el sistema educacional de este país; su dependencia de un ejército eficaz y de un armamento al día son, sin duda, factores que impulsan su desarrollo científico.

El caso de los Estados Unidos cuando se utiliza la variable "dimensiones de la población" es menos llamativo que cuando trabajamos sin esta variable. Los Estados Unidos están por debajo de Israel y Suiza, y casi al mismo nivel que el Reino Unido, en número de autores por población aunque el producto nacional bruto per capita de este país es el más alto del mundo. El Reino Unido con PNB per capita más bajo que varios países Europeos como Francia, Alemania Occidental y Suecia, tiene sin embargo un mayor número de autores científicos. Este hecho podría ser explicado quizá por la tradición científica inglesa, por la importancia que en el campo científico tiene la lengua inglesa, por el tipo de organización, y en general, por la preocupación práctica y la capacidad del Reino Unido hacia la investigación. Este hecho de la mejor situación del Reino Unido, comparada con otros países líderes europeos, nos parece un punto interesante, cuando se acaba de realizar la unión del Reino Unido al Mercado Común.

La posición de Suiza (2ª tras Israel), necesitaría probablemente un estudio más detallado para poder inferir la participación exacta de este país en la producción científica del mundo. En Suiza hay varios centros de investigación internacionales o inter-europeos (por ejemplo, el Cern). Muchos de los científicos que trabajan en estos centros situados en Suiza, producen para este país como el país en que han escrito sus artículos, aunque muchos de estos científicos son extranjeros y sólo trabajan allí temporalmente.

Hay otros tres casos que nos parecen muy interesantes en sus respectivas áreas geográficas: Japón, Jamaica y la India. Los tres están dentro del campo de influencia anglo-americana.

Japón, considerando el número de autores, se encuentra situado por encima de la Unión Soviética y casi al mismo nivel que Italia. Dado que el producto nacional bruto japonés por habitante es más bajo que el ruso o el italiano (en 1967) parece que el esfuerzo y las inversiones relativas del Japón en la investigación científica son superiores a las de los otros dos países considerados. En otras palabras, el interés de la investigación en el Japón se refleja prácticamente en su esfuerzo significativo de intervenir en la investigación científica, lo cual repercute en que el número de sus autores científicos sea mayor que el que se da en los países anteriormente considerados. Otro factor, es la influencia norteamericana en el Japón después de la segunda guerra mundial. Al no tener que gastar los japoneses grandes cantidades en sus ejércitos, dada la limitación que tiene de sus fuerzas armadas, como consecuencia de

la derrota de la guerra mundial, pueden dedicar gran cantidad de dinero a otros campos, por ejemplo, a la investigación científica. Otro punto es la orientación de ese gran esfuerzo tecnológico científico japonés, que se está desarrollando hacia importantes áreas de Asia, y el futuro papel que podrá desempeñar Japón en el desarrollo económico, político y social de otros países asiáticos, especialmente cuando los Estados Unidos, después de la guerra del Vietnam, están cambiando parte de la política en esa área.

Jamaica, un país que alcanzó recientemente su independencia, muestra una gran capacidad para la investigación científica, mayor que muchos otros países de Centro y Suramérica. Probablemente su historia tan ligada a Inglaterra, su unión dentro de la comunidad inglesa de naciones, y la ayuda norteamericana que reciben sus universidades, están haciendo de ella un centro importante de investigación, ciertamente el más importante de las West Indies.

India, aun con su enorme población y pobreza, está creando una élite intelectual y científica muy importante, basándose en el uso del inglés como idioma científico. India pertenece, científicamente hablando, al área anglosajona más que al área asiática. En nuestra opinión, el uso del inglés en sus publicaciones, la tradición inglesa, y la preparación y perfeccionamiento de su personal científico en países anglosajones, y su necesidad de una tecnología moderna para llegar a ser una nación fuerte dentro del área asiática, son razones de su éxito. La consecución de un premio Nóbel en Física y el desarrollo de la primera prueba-exploración nuclear realizada en la India, no son hechos desconectados o fortuitos, sino los resultados de toda una política de desarrollo e investigación científica. Considerando otras diferentes áreas geográficas, culturales y políticas (ver gráfico) y, concretamente, centrándonos en Europa podemos distinguir dos diferentes sectores europeos: el que podríamos llamar la Europa "Socialista del Este" y la Europa "Occidental". Los países de la Europa Socialista son en general países con PNB per capita más bajo que los países occidentales europeos, pero en producción científica varios países del Este están a un nivel cercano al de los países más desarrollados de la Europa Occidental, y es claro que varios países socialistas europeos tienen un nivel de desarrollo científico muy superior al de ciertos países no-socialistas del Sur de Europa, como España y Portugal. Los dos países socialistas Europeos más importantes en términos de la producción científica, son Hungría y Checoslovaquia, ambos tienen una gran tradición científica, y estaban en 1967 al mismo nivel que países ricos europeos como Holanda, Noruega, Bélgica, o Finlandia; aunque su producto nacional bruto es menor que el de estos últimos. Así podemos pensar que su política social actúa como un importante factor que impulsa la investigación científica y técnica.

Tanto Hungría como Checoslovaquia están en mejor situación, científicamente hablando, (desde el punto de vista que nosotros estudiamos:

número de autores con relación al producto nacional bruto y la población) que la misma Unión Soviética aunque el producto nacional bruto per capita de Hungría sea más bajo que el de la URSS y el de Checoslovaquia sea mayor. Además, ambos países encuentran una mayor concentración de autores científicos que en la URSS. Parece como si desde el punto de vista científico, tanto Hungría como Checoslovaquia actuaran más en "socialistas" que la URSS, y con mejores resultados.

Un caso para el cual no encuentro explicaciones coherentes es Bulgaria, que tiene una producción científica relativa mayor que la URSS y Polonia y que está claramente por encima de muchos países no-socialistas europeos como Grecia y España siendo así que su producto nacional bruto per capita es más bajo que el de todos ellos.

Los países de Europa Occidental que están en las posiciones más bajas dentro de la categoría son España y Portugal, y parecen, desde un punto de vista de producción científica, más cercanos al área latinoamericana que a la europea. Este grupo, el de Latinoamérica, presenta tres países relativamente avanzados en investigación científica: Argentina, Venezuela y Chile. Chile es más pobre que los otros dos* y sin embargo tiene una producción científica similar a Argentina y Venezuela. Es curioso notar que Chile tiene un partido socialista de fuerte tradición y está cercano en su producción científica a los últimos países socialistas europeos, concretamente a Yugoslavia. Parece como si la diferenciación de las dos Europas continuara en el caso de Latinoamérica. Así Argentina y Venezuela, más ricos que Chile, están integrados a continuación de línea de países no-socialistas europeos, entre Grecia y España. En Latinoamérica la situación de México y Brasil es de un relativo crecimiento científico, pero reducido por un gran aumento de la población. Algo que también ocurre en la economía de ambos países.

Del grupo de países africanos, dos de ellos: Sud-Africa y Líbano, están netamente por encima del resto de los países de ese continente y ambos se sitúan por encima de varios países europeos y suramericanos. De nuevo estos dos países reflejan una influencia Occidental-Americana. Sud-Africa es un país controlado por los blancos y, científicamente hablando, es europeo debido a la historia de su población blanca dominante. Su situación política étnica, muy difícil, le impulsa hacia la investigación científica, para poder mantener su presente organización social y su status político dentro del África negra. Líbano es el único país árabe cuya población cuenta con una mayoría cristiana y con una fuerte influencia francesa en su pasado. Hoy la Universidad de Beirut, centro de la vida actual del Líbano, está frecuentemente orientada e influida por la cultura anglosajona y por la influencia de los intelectuales norteamericanos. Por otra parte el flujo de los estudiantes del Líbano, que reciben la cultura americana y que trabajan en este país es considerable.

* Hacemos referencia básica al Chile con partidos políticos y acceso democrático al poder.

Especialmente importante para España es el caso de la República Árabe-Unida, ya que Egipto es más pobre que España y teniendo una población igual a la española cuenta con un número autores por habitante un poco mayor que el de España. La lengua no modernizada, hoy no tiene relevancia dentro del mundo científico. Probablemente el esfuerzo de este país árabe en su lucha contra Isrel es la razón por la cual está experimentando un desarrollo tecnológico e incluso científico, técnico, que en Egipto está centrado especialmente en el sector de los armamentos. Otra razón podría ser la presencia, en Egipto, de varios científicos alemanes que emigraron allí después de la segunda guerra mundial. Pero en cualquier caso es necesario aislar el apoyo ruso que se ha dado a Egipto para poder conocer exactamente cuáles son las verdaderas dimensiones de la producción científica de este país.

España está en uno de los últimos lugares del grupo Occidental Europeo, por debajo de varios países con casi similar Producto Nacional Bruto per capita, tales como Grecia y Polonia. España está también detrás de algunos países latinoamericanos, que tienen menor producto nacional bruto per capita, como Chile o Argentina. A pesar del crecimiento económico y de cierto esfuerzo que ha sido hecho, la situación de la investigación científica en España está a bastante bajo nivel considerando la que debería corresponder según su producto nacional bruto y el tamaño de su población.

La lengua quizá sea la razón que explique el que países como España estén colocados en ese nivel. Este punto nos plantea una cuestión: ¿Puede escribirse en castellano una literatura científica y ser efectivo para comunicarse con una comunidad científica internacional? De hecho varias naciones han adoptado la fórmula del bilingüismo. Por ejemplo Dinamarca usa su lengua nacional dentro de sus fronteras, pero utiliza el inglés (o en algunos casos el alemán) como segunda lengua para su comunicación científica externa. Este es también el caso de algunos países relativamente nuevos como Uganda, y aun los viejos países como Turquía y Grecia donde la lengua nativa no es utilizada en la literatura científica moderna y donde el uso de la lengua nacional está limitado a trabajos intra-nacionales menores. Esta alternativa de utilizar el bilingüismo descansa sobre el hecho reconocido de la pobreza o la limitación de la lengua nacional para una comunidad científica válida. El problema más sensible de bilingüismo está en que los autores, al utilizar una lengua extranjera, se aíslan del sistema educativo y cultural de su propio país si bien ganan en influencia respecto al exterior, la pierden en el interior de su país.

La situación para el castellano es diferente en algunos aspectos. Ciertamente no es una lengua ampliamente utilizada por la comunidad científica en el mundo. Solamente 0,8% de los autores estudiados por nosotros a través del "Directory" y del "Citation Index" escriben en castellano, sin embargo deben de ser tenidos en cuenta dos importantes he-

chos: la población de habla castellana representa un porcentaje muy alto de la población mundial y la significación del crecimiento económico y educacional de los países de habla castellana (ver Urquidí 1967) hace pensar que el futuro de esta lengua puede tener realmente importancia dentro del mundo científico. Otros factores como la tradición y la fuerza del lenguaje castellano en áreas no-científicas tales como la literatura, acentúa los dos hechos mencionados. Así, a pesar de la baja situación actual, el castellano podría llegar a ser en el futuro un lenguaje con influencia, científicamente hablando. Al menos la existencia de esa posibilidad y el lógico nacionalismo hacen dudar de la forma bilingüista antes indicada. Un posible medio para hacer revitalizar el castellano como lengua científica en el mundo, sería crear un diccionario científico y tecnológico hispánico. Tal diccionario, clarificado por conceptos científicos, podría unificar los términos usados en todos los países de habla castellana y permitiría una correcta traducción de las palabras científicas extranjeras. Un diccionario de este tipo podría ser un importante paso en el desarrollo científico español, como lo ha supuesto un diccionario similar en el caso del Japón.

Además de la lengua podrían estudiarse otros factores para conocer por qué la contribución en la producción científica mundial de los investigadores y de las instituciones científicas españolas es tan pequeña. Por ejemplo, el proceso de reclutamiento para la actividad investigadora, las recompensas y las frustraciones de los investigadores; así como la situación internacional de la comunidad científica dentro de nuestra sociedad. Por otra parte también sería importante analizar la interacción entre diversos sectores españoles, como la banca y la industria, con los investigadores, así como las relaciones de los científicos españoles con sus colegas de otros países. Obviamente, estudiar esto más a fondo excede de los límites y las metas de este artículo. Esperamos poder tratar de ello en un futuro próximo.

APÉNDICE 1

“The Institute for Scientific Information” (Philadelphia, USA). Las publicaciones que hemos usado, de este Instituto son las siguientes:

Citation Index (SCI)

Vol. 1-4

Índice anual organizado alfabéticamente por autores y títulos, y cronológicamente por años.

De los autores indicados en las referencias o notas de pie de página se registran sólo el nombre de los que aparecen como primeros autores.

Los artículos usados como fuente, y que citan una referencia particular, son registrados alfabéticamente bajo cada referencia.

El volumen 4 incluye un Índice de Patentes.

Source Index

Vol. 5-6

Nos da una descripción bibliográfica completa de los artículos registrados en el Citation Index y en el Permutern Subject Index.

Contiene todos los autores de un artículo determinado.

Permutern Subject Index

V-1. 7-8

Es un "lenguaje natural" según un sistema de índices. Si se busca el título de un artículo, pero no su autor, los índices de un "lenguaje natural" permiten determinar fácilmente la identidad completa del artículo: autor, revista, volumen y página. Si un título no se recuerda completo, una o dos palabras del mismo permiten identificar el título completo.

International Directory Research & Development Scientists (IDR & DS)

Vol. 11

Se basa en la información que aparece en el Current Content, Life Sciences and Current Contents y en Physical Sciences.

Cubre todos los campos de las Ciencias desde las experimentales a las teóricas, desde las clínicas a las aplicadas.

APÉNDICE 2

MUESTRA: Tomada de International Directory of Research and Development Scientists. (IDR & DS) y del Scientific Citation Index (SCI).

Población total = $N = 447$ autores

Tamaño de la muestra: $n = 94$ autores

$$f = \frac{n}{N} = \frac{94}{447} = 0,21 = 21\%$$

$$SE(p) = (1-f) \frac{P Q}{n-1}$$

$$= (1-0,21) \frac{(0,904) (0,096)}{94-1} = 0,00073 = 0,027$$

para unos límites de confianza, del 95%/0,05 Significancia:
tendremos: $0,027 \times 2 = 0,054$ ó 54.

Tipo de Autor Primeros Autores

Autores en la muestra $x_i \equiv 85$

Población de Primeros Autores $P = \frac{x_i}{n} = \frac{85}{94} = 0.904$

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} = 90,4$$

Nuestra muestra consta pues de 85 ± 5 Primeros Autores.

R E F E R E N C I A S

De Solla Price, D. J. "Measuring the Size of Science" en Proceedings of the Israel Academy of Sciences and Humanities, Vol. IV, No. 6. Jerusalén. 1969.
 — "Little Science Big Science" Columbia. New York. 1969.
 OCDE. "Science and Delevopment. National Reports of the pilot Teams" Spain. 1968. París.
 — "Reviews of National Science Policies, Italy" París 1969.
 — "Problems of Science Policy" París 1968. Seminar Held at Jony-en Josas 25th. Feb. 1967.
 UN. "Statical Yearbook" 1969.
 Pan American Health Organization. "Science Policy in Latin America" Science publication. No. 119 Washington, 1966.
 Urquidi, V. L. & Lajous, A. "Educación Superior Científica y Tecnología en el Desarrollo Económico de México" El Colegio de México. Publicaciones del Centro de Estudios Económicos y Demográficos. México 1967.
 Kornhauser, W. "Strain and Acomodations in Industrial Research Organizations in the United States" En Minerva. Vol. 1. No. 1. Autum 1962.
 Singh, A. K. "The impact of Foreing Study: The Indian Experience". En Minerva vol. No. 1 Autum 1962.
 Vucinich, A. "The Soviet Academy of Science" Stanford Univ. Press. California 1956.
 Taylor, J. P. "The Administration of Science and Tecnology. in the USSR" En Batelle Technical Review. Noviembre, 1963.

- Kozloowski, J. P. "R & D in the USSR" En Science & Tecnology. Marzo 1969.
- Elkana, Y. "Boltzmann's Scientific Research Programme and its Alternatives" Department of History & Philosophy of Science, The Hebrew University Jerusalem and The Van Leer Jerusalem Foundation. Enero, 1971.
- "The Conservation of Energy; a case of simultaneous discovery?" En archives Internationales D'Histoire des Sciences. No. 90-91. Enero-Junio, 1970.
- Merton, R. K. "Resistence to the Systematic Study of Multiple Discoveries in Science" En Archives Europeennes de Sociologie. Tome IV. No. 2. 1963.
- Maranan, S. "Power Law Relations in Science Bibliography — A Self Consistent Interpretation" En Journal of Documentation. Vol. 27. No. 2. Junio 1974.
- UNESCO. "Politiques Nationales en Europa Etat Actual et Perspectives. 1970" Paris.
- Bell, M. "The Democratic Revolution in the West Indies" Cambridge Mass. Schenkman Pub. 1967.
- Ben-David, J. "The Scientist's Role in Society" Prentice. N.J. 1971.
- Fischer, R. B. "Science, Man and Society" W. B. Saunders Co. Philadelphia. 1970.
- Romero, J. L. & De Miguel, A. "El Capital Humano. Ideas para una Planificación Social de la Enseñanza en España". Madrid 1969.
- Report of the Scientific Commission of Pakistan. En Minerva. Vol. 1. No. 19.
- Recommendations of the Science Council for the Development of Scientific Institutions in Western Germany. En Minerva. Vol. 1 No. Autumn 1962.
- Report to the President of the United States on Government Contracting for Research and Development. Mayo 1962. En Minerva. 1. No. Autumn 1962.