

# *Especialización temática de la producción científica*

> **Víctor Herrero Solana y Benjamín Vargas Quesada**

Universidad de Granada

Grupo SCImago, Unidad Asociada al CSIC-IPP

## ***1. Introducción***

La evaluación de la investigación científica de países y regiones del mundo por medio de indicadores bibliométricos es una actividad con una larga tradición [10]. Price [15], Braun, Glanzel y Schubert [3], entre muchos otros, han realizado aportaciones de gran relevancia a esta materia. Mediante el uso de indicadores es posible detectar, observar y analizar aspectos tales como los grandes cambios en las regiones productoras de conocimiento, así como en los países que las integran [9, 5].

Se ha detectado, por ejemplo, un ritmo de producción exponencial en algunos países asiáticos [1, 6, 16], la emergencia de países latinoamericanos como Brasil, la expansión del bloque de la Europa occidental, así como el estancamiento relativo de la producción norteamericana, que parece estar llegando a su límite de saturación. Estos indicadores nos permiten saber que son tres las regiones que acumulan más del 80% de la producción: Norteamérica, Europa occidental y Asia, y que en 2007, Europa occidental supera a Norteamérica

en producción bruta, mientras que la región asiática prácticamente la iguala.

El objeto de este capítulo es caracterizar el perfil temático español por áreas de conocimiento. Para ello, en una primera parte del capítulo se revisa la situación en cada una de las áreas temáticas por separado, mientras que en la segunda se hace a partir de un análisis multivariante de todas ellas con el fin de situar a España en el contexto mundial. La fuente de información utilizada ha sido el portal SCImago Journal & Country Rank, desarrollado por el Grupo SCImago [7, 8] a partir de la base de datos *Scopus*<sup>1</sup>, la mayor base de datos de literatura científica mundial [4], que recoge cerca de 18.000 de las principales revistas del mundo y alrededor de 38 millones de documentos. Su cobertura es mejor que la de otras bases de datos utilizadas con los mismos fines. Finalmente, el periodo de tiempo de análisis comprende los años 2003 a 2007, ambos inclusive.

Dada la naturaleza y alcance de este capítulo, se pondrá el énfasis en dos indicadores bibliométricos básicos: producción y citación. Asimismo, se ha reducido al mínimo toda mención metodológica. Para un tratamiento metodológico detallado y que considere un abanico más amplio de indicadores, recomendamos los informes sobre la ciencia española realizados por el Grupo SCImago para la FECYT [11, 13].

## 2. La producción científica española y el contexto mundial

En el contexto de la producción científica recogida en la base de datos *Scopus*, la distribución mundial de la producción científica por regiones en el año 2003 era la siguiente: Europa del Oeste producía un 30,22%, Norteamérica un 27,01%, Asia un 18,15%, Europa del Este un 5,88% y Latinoamérica aportaba el 2,82%. Para el año 2007, Europa occidental producía un 28,01%, Asia un 24,09%, Norteamérica un 23,11%, Europa del Este un 5,17% y Latinoamérica un 3,21% del total mundial. De acuerdo con estos datos, Asia, junto con Oriente Medio y Latinoamérica, son las regiones que más han crecido durante estos años.

Ahora bien, si se combinan los datos de producción con los de visibilidad internacional, entendida esta como el número de citas reci-

bidas, el panorama cambia. De hecho, respecto al promedio de citación mundial, la segunda región que supera los valores mundiales, después de Norteamérica, es la del Pacífico, seguida de la Europa Occidental. No obstante, hay otros indicadores que entran en juego, aunque comúnmente suelen ser desestimados en análisis a nivel mundial. Nos referimos al porcentaje de documentos que nunca llegan a ser citados y al porcentaje de autocitación. En este sentido, las regiones que acumulan los mayores porcentajes de documentos sin citar son Europa del Este (49,71%), seguida de África del Norte (49,36%) y la Asia (46,91%), y los que tienen menores porcentajes de documentos sin citar, como era de esperar, son Norteamérica con un 27,79% y Europa occidental con un 32,46%. Por su parte, las regiones con mayor índice de autocitación son Europa del Oeste, Norteamérica y la región asiática, y las que menos, Europa del Este y África del Norte.

En términos de países y para el año 2007, Estados Unidos es el primer país productor, con un 20,22% de la producción científica mundial y, por tanto, responsable de la posición de la región de Norteamérica (primera con un 23,11%) en cualquier indicador a nivel mundial. Entre los diez primeros puestos del *ranking* mundial por países de ese año, luego de Estados Unidos, hay cinco países de Europa occidental: Reino Unido, con un 6,41%, en la tercera posición; Alemania en quinta con un 5,51%; Francia en sexto lugar con un 4,08%; Italia en el octavo puesto con un 3,36% y España en el noveno con un 2,65%. En cuanto a la representación de la región asiática, China ocupa la segunda posición del *ranking* con un 10,91%, Japón se sitúa en cuarta posición con un 5,54% e India en la décima, con un 2,47%.

Desde el comienzo del periodo, España ocupa la novena posición en el *ranking* de producción mundial y la décima posición en cuanto a número de citas recibidas. Su crecimiento medio anual en el periodo de estudio es del 8,63%, superior al registrado por la producción mundial (7,25%). Aproximadamente el 95% de la producción española se corresponde con documentos citables (artículos, revisiones y actas de congresos).

En relación con la producción, la aportación relativa de España al total mundial pasa del 2,51% en 2003 al 2,65% en 2007. Cabe destacar que los datos demuestran que esta producción es cada vez más citada y que su aportación en términos de citación crece muy rápido: de un 2,96% de la citación mundial en 2003, a un 3,81% en 2007. En el marco de la Europa occidental, su aportación relativa en cantidad de docu-

**Nota 1.** Para un estudio detallado de *Scopus*, recomendamos Moya Anegón et al. [12].

mentos es del 8,32% en el año 2003 y del 9,45% en 2007, y en citación, del 7,41% y del 9,29% respectivamente.

Durante todo el periodo, la citación bruta española se encuentra por encima de la media mundial. Lo mismo ocurre con los principales productores, a excepción de China e India. Estos dos países son además los que presentan las mayores tasas de documentos sin citar. Por su parte, España se acerca más al patrón de los países de Europa occidental, situándose también ligeramente por encima de los estadounidenses. Sus hábitos de autocitación no distan mucho de los que se observan en el Reino Unido, y sus tasas de colaboración internacional se van acercando cada vez más a las observadas en los países que la preceden en el *ranking*, excepto en el caso de Estados Unidos, China y Japón.

### 3. Distribución temática española

Todo análisis por temas necesita de algún sistema de clasificación temática. Por suerte, las propias bases de datos suelen aportar este marco clasificatorio. En el caso de Scopus, contamos con un sistema de clasificación con al menos dos niveles de detalle: una primera clasificación en 27 grandes áreas temáticas, y luego una segunda con al menos 280 categorías temáticas más específicas. Existe además, una relación 1-n entre áreas y categorías.

En este capítulo, sólo hablaremos de las 27 grandes áreas, que son más que suficientes para trazar el perfil temático de un país. Para evitar la multiplicación de una gran cantidad de números descontextualizados, hemos optado por indicar estos en función de la posición de España en el *ranking* mundial de los quince países principales, todo esto tanto para el primero como para el último año del periodo, como vemos en el cuadro siguiente:

> **Tabla 8.1.** Ranking de países por cantidad de documentos y citas. 2003 y 2007

	Documentos		Citas	
	2003	2007	2003	2007
1	Estados Unidos	Estados Unidos	Estados Unidos	Estados Unidos
2	Japón	China	Reino Unido	Reino Unido
3	Reino Unido	Reino Unido	Alemania	Alemania
4	Alemania	Japón	Japón	Francia
5	China	Alemania	Francia	Japón
6	Francia	Francia	Canadá	China
7	Canadá	Canadá	Italia	Canadá
8	Italia	Italia	Holanda	Italia
9	<b>España</b>	<b>España</b>	China	Holanda
10	Rusia	India	Australia	<b>España</b>
11	Australia	Australia	<b>España</b>	Australia
12	India	Corea	Suiza	Suiza
13	Holanda	Holanda	Suecia	Suecia
14	Corea	Rusia	Bélgica	Corea
15	Suecia	Brazil	Corea	Bélgica

Fuente: elaboración propia con datos de SCImago Journal & Country Rank.

España parece no tener problemas para mantener su posición en el *ranking* de documentos publicados. Pese a los cambios que se dan por arriba (subida de China y caída de Japón) y por abajo (subidas de India y Corea, caída de Rusia), la parte media del *ranking* no se mueve. En cambio, España no tiene la misma capacidad para estar en el mismo lugar en el *ranking* de citas. Si bien mejora una posición al final del periodo, a expensas de Australia, debería aún alcanzar a Holanda para igualar el desempeño en producción.

Estos datos recogen el rendimiento en la totalidad de la áreas temáticas. Cuando entremos en cada una de ellas, la posición de España puede mejorar o empeorar con relación a la general. Para seguir este comportamiento, iremos haciendo referencia a las posiciones globales, de tal forma que cuando un área mejore la posición aparecerá una flecha hacia arriba, una hacia abajo en caso contrario y un signo igual en el caso de no haber variación.

> **Tabla 8.2.** Producción Científica Española 2003-2007 por Áreas Temáticas

	Documentos	Documentos Citables	Citas	Autocitas	Citas por Documento	Autocitas por Documento
Agricultura y Biología	22.492	22.203	124.451	46.926	5,92	2,09
Arte y Humanidades	711	679	1.546	529	2,44	0,74
Bioquímica, Genética y Biología Molecular	26.327	24.440	237.533	56.072	9,41	2,13
Ciencias de la Tierra y del Espacio	9.588	9.408	73.998	22.392	8,2	2,34
Ciencias de los Materiales	11.144	11.069	53.894	18.473	5,05	1,66
Ciencias Medioambientales	9.176	9.041	61.038	21.833	7,35	2,38
Ciencias Multidisciplinares	914	883	28.268	3.405	34,01	3,73
Ciencias Sociales	3.452	3.377	6.988	2.180	2,32	0,63
Economía, Econometría y Finanzas	2.213	2.172	5.962	1.512	3,05	0,68
Energía	1.570	1.553	6.396	1.891	4,53	1,20
Enfermería	1.050	811	4.045	770	5,58	0,73
Farmacología, Toxicología y Farmacia	4.443	4.219	30.263	8.155	6,99	1,84
Física y Astronomía	18.531	18.359	97.802	29.709	5,85	1,60
Informática	13.353	13.133	34.094	12.319	2,83	0,92
Ingeniería	16.426	16.210	52.633	18.606	3,39	1,13
Ingeniería Química	7.074	7.016	41.366	14.089	6,23	1,99
Inmunología y Microbiología	9.002	8.433	84.277	21.762	9,74	2,42
Matemáticas	15.641	15.521	36.213	14.862	2,51	0,95
Medicina	56.965	47.922	308.166	68.665	5,64	1,21
Negocios, Gestión y Contabilidad	1.721	1.687	4.788	1.127	3,26	0,65
Neurociencias	4.075	3.953	42.596	9.268	10,96	2,27
Odontología	698	684	2.830	411	4,5	0,59
Profesión Sanitaria	652	613	4.055	742	7,6	1,14
Psicología	2.369	2.313	8.817	3.514	4,05	1,48
Química	22.290	22.093	176.785	60.281	8,31	2,70
Toma de Decisiones	1.468	1.440	4.390	1.572	3,51	1,07
Veterinaria	1.926	1.895	8.831	3.504	5,07	1,82

Fuente: elaboración propia con datos de SCImago Journal & Country Rank

Aunque este tipo de indicador no es tan preciso y exhaustivo como el dato concreto, es más esquemático, por lo que nos permitirá avanzar una caracterización del comportamiento español en cada área temática. Dentro de los comentarios haremos mención de manera genérica a otros indicadores de los cuales no consignaremos datos, pero que pueden encontrarse sin problemas en el portal SCImago Journal & Country Rank. Entre ellos tenemos: citas por documento, porcentaje de autocitación, índice de actividad, índice de atracción, h-index, entre otros. En la tabla siguiente encontramos un resumen de los distintos indicadores correspondientes a la producción científica española en las 27 áreas temáticas principales durante el periodo 2003-2007.

#### 4. Una aproximación multivariante mediante análisis de componentes principales (ACP)

En la primera parte del texto hemos caracterizado la producción científica española en cada una de las áreas temáticas. En esta segunda parte, intentaremos darle un significado en el contexto mundial. Si bien la ciencia es una actividad que se maneja con pautas y patrones a nivel internacional, muchas veces tenemos la percepción de que se manifiesta de forma diferente en cada uno de los distintos países. No cabe duda de que en un determinado país, ya sea por acción política directa, por tradición o incluso de manera más o menos azarosa, se termina privilegiando la producción en unos campos temáticos por encima de otros. En oposición a esto, las disciplinas científicas tienen unas características que las hacen internacionales y cuyo comportamiento se ve poco afectado por las realidades y características de una determinada región. Tenemos de esta forma dos fuerzas de carácter contrario: por un lado, una fuerza homogeneizadora y, por el otro, una disgregadora.

Podríamos decir que si la primera fuerza prevaleciera sobre la segunda, la distribución por temas sería muy similar en la gran mayoría de los países: habría una matriz mundial de distribución temática. En cambio, si prevaleciera la segunda fuerza, la distribución temática cambiaría indefectiblemente de un país a otro. Estaríamos entonces ante un patrón de distribución donde la explicación de cada caso debería hacerse mediante un acercamiento fuertemente local o regional. Existiría también una tercera posibilidad: un escenario en el cual

los países se agrupasen en perfiles claramente identificables. Estaríamos en este caso ante diferentes modelos de ciencia que estarían caracterizando fuertemente a los países.

Para dilucidar estos escenarios es necesario un acercamiento inductivo que permita, mediante técnicas de clasificación auto-organizativas, comparar los datos de un buen número de países. Esta aproximación original puede encontrarse en Moya y Herrero [14]. Los autores trabajaron con un conjunto de datos compuesto por los 80 países más productivos del mundo en cada una de las 27 áreas temáticas que vimos anteriormente. Para procesar esta masa de datos multivariante, utilizaron el Análisis de Componentes Principales (ACP). Como veremos en el próximo apartado, la ventaja del ACP es que permite crear agrupaciones a las que los elementos se adscriben de forma ponderada, de manera tal que un mismo elemento (un país) puede pertenecer a uno o varios de los grupos creados por el método.

La premisa básica del ACP es que la mejor forma de representar la relación lineal entre dos variables es a través de la recta de regresión. En otras palabras, la variable que representa la recta de regresión como una nube de puntos contiene información esencial sobre las dos variables anteriores. De esta forma, las dos variables se combinan en una tercera llamada factor. El mecanismo puede utilizarse para reducir pares de variables a menos dimensiones con el fin de simplificar la representación gráfica de los elementos incluidos en la matriz.

Cada una de estas dimensiones se denomina «factor», y van desde el más importante (primer factor) al menos importante (último factor). De esta manera, el primer factor o «primer componente principal» es aquel que acumula la mayor cantidad de varianza, el segundo componente acumula un poco menos y así sucesivamente con cada uno de ellos.

Este tipo de análisis, a diferencia del *clustering*, permite que un determinado atributo (país) caracterice a más de un factor. Esto permite ver la «amplitud» de cada autor, o lo que es lo mismo, su capacidad para estar presente en más de un factor o frente de investigación. El número total de factores extraídos puede ser como máximo igual al número de variables, y se determina mediante una regla de corte que varía según el paquete estadístico utilizado. Generalmente, la regla de corte tiene en cuenta un valor asociado a cada factor, denominado *eigenvalue*, que representa el tamaño o peso de cada factor con respecto al resto. Esta medida también se expresa mediante el porcentaje de varianza que acumula cada factor. Generalmente, los primeros factores

(los que tienen mayor *eigenvalue*), suelen acumular un porcentaje muy alto de la varianza, lo que en la práctica significa que por sí mismos pueden caracterizar el comportamiento del espacio n-dimensional. El resto de los factores suelen acumular muy poca varianza, por lo que pueden desecharse automáticamente sin correr el riesgo de eliminar información importante.

#### 4.1. El triángulo de la ciencia

El capítulo, por tanto, parece haber encontrado tres patrones de distribución temática claramente diferentes. El primero, el de mayor tamaño en términos estadísticos, está dominado por las ciencias biomédicas, tanto las propias de la medicina clínica como aquellas más dirigidas a la investigación básica, tales como la bioquímica, la genética y la biología molecular. En el segundo bloque temático hay un predominio de las ciencias básicas (físico-químicas) y las ingenierías. Por último, hay un grupo más pequeño y homogéneo compuesto casi exclusivamente por la agricultura.

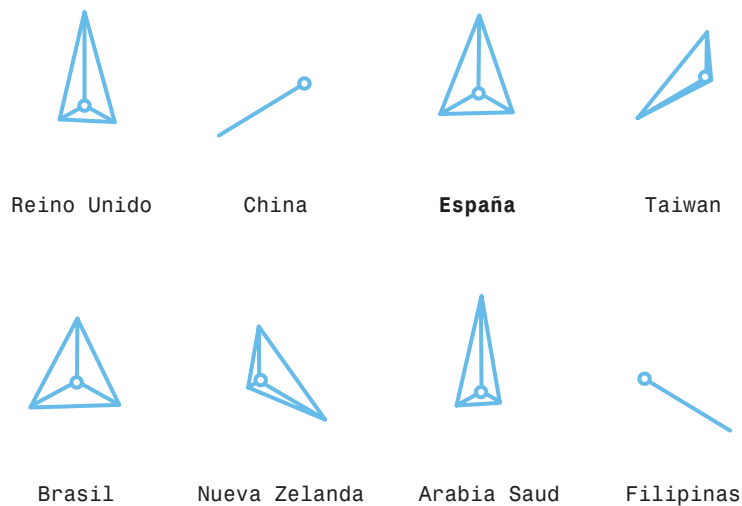
Como habíamos señalado, cada país tiene una cierta vinculación con cada uno de estos bloques temáticos. En el caso de España, predomina la vinculación con el bloque de la biomedicina. Este mismo comportamiento presentan la mayor parte de los países de la Europa occidental junto a Canadá y Estados Unidos. A este grupo se asocia también otro formado por los emiratos árabes petroleros, que, si bien no tienen una fortaleza en las áreas de investigación biomédica más básica, parecen dedicar gran cantidad de recursos a la medicina clínica.

Por otra parte, en el segundo bloque dominan los países del antiguo bloque comunista. Rusia, las antiguas repúblicas soviéticas y los países de la Europa del Este tienen un fuerte predominio de la física y la matemática, mientras que China y los «tigres del sudeste asiático» presentan un fuerte sesgo hacia las ingenierías. Finalmente, los países afines al tercer grupo son mayoritariamente países del tercer mundo en los que la agricultura constituye el campo temático al que se destinan los recursos casi en exclusiva.

La reducción multivariante en tres grandes perfiles no sólo permite una caracterización esquemática de cada país, sino que también nos brinda la posibilidad de representarlos de manera visual e icónica. En este caso, podemos inscribir cada una de estas tres dimensiones dentro de un triángulo, de forma que el perfil temático del país puede ser captado rápidamente de forma visual.

El análisis de cada uno de los perfiles de los países excedería el alcance de este breve capítulo. No obstante, podemos tomar unos pocos países «paradigmáticos» para apreciar los extremos de esta representación, tal como se puede apreciar en la figura 1. En cada caso, la distancia del vértice superior del triángulo al centro es directamente proporcional a la carga de ese país en el frente de la biomedicina, mientras que el izquierdo y el derecho lo son de la físico-química y la agricultura, respectivamente.

> **Gráfico 8.1.** *El triángulo de la ciencia*



Fuente: elaboración propia con datos de SCImago Journal & Country Rank.

En el caso de Reino Unido, apreciamos un predominio de la primera dimensión sobre las otras dos, que, aunque presentes, son menores, de forma que el perfil es el de un triángulo aproximadamente isósceles. Este perfil es similar al de España, aunque en este caso la primera dimensión no está tan marcada como en el caso anterior. Parece haber, por tanto, una distribución más equitativa entre los frentes (recordemos el buen rendimiento en matemáticas, física y agricultura), pero sin perder la clara adscripción al modelo de predominio biomédico.

Donde encontramos un perfil marcadamente distinto es en China. Aquí, la única dimensión que parece estar presente es la segunda, que en el

caso particular chino está ligada al desarrollo de las ingenierías, especialmente la ingeniería química y, más concretamente, la ciencia de los materiales. Esto podría parecer extraño *a priori*, teniendo en cuenta que, a pesar del espectacular avance económico de los últimos años, China sigue siendo un país eminentemente agrícola. Sin embargo, el país parece poco preocupado en destinar recursos para innovar en ese ámbito.

Un perfil algo similar al de China encontramos en Taiwán, con una fuerte carga en el segundo frente, aunque en este caso parece haber más preocupación por el primer frente, el tercero es igualmente inexistente. A pesar de la afinidad geográfica y cultural de ambos países, probablemente la diferencia sea de índole política, ya que parece haber una alta correlación entre los países con sistemas democráticos consolidados y aquellos que se decantan por una ciencia afín con el primer frente. No cabe duda de que todo avance en el ámbito de la salud tiene un fuerte impacto en el grado de satisfacción de la población, uno de los activos más valorados por todo gobierno en un sistema democrático.

De todas formas, hay un grupo de países que no cabrían en este modelo: los emiratos petroleros del Golfo. El caso más destacado es el de Arabia Saudí, cuyo triángulo es aún más sesgado hacia arriba que el de Reino Unido. Aquí habría que introducir un matiz que ya hemos mencionado antes, que no se aprecia en la representación esquemática pero que hemos encontrado al analizar la producción completa en cada clase temática. Se trata de que estos países han centrado sus recursos en la medicina clínica, mientras que sus números en investigación bioquímica y biología molecular son más bien exiguos. Lo que parece estar ocurriendo con estos países es una especie de «modernización por similitud» con el mundo desarrollado, adquiriendo directamente los bienes y servicios propios de estas sociedades, pero sin intención de hacer su «propio camino científico».

El caso completamente contrario quizá sea el de Brasil, un país que parece apostar por igual en todos los frentes y todavía con un largo camino de crecimiento por delante, en virtud de su considerable dimensión económica. Brasil parece aunar el interés por el frente biomédico, propio de toda democracia, con el desarrollo en los ámbitos de las ciencias duras y la agricultura, un ámbito muy importante en este extenso país. El futuro dirá hasta qué punto puede ser exitosa una estrategia de esfuerzo múltiple como ésta.



Los países que más claramente parecen renunciar a los múltiples frentes para centrarse en un solo ámbito estratégico son aquellos cuyo sesgo se encuentra en el tercer frente. En primer lugar tenemos a Nueva Zelanda, que tiene un perfil simétrico al de Taiwán. En este caso, la apuesta decidida hacia la agricultura se combina con el interés en el primer frente, típico de un país avanzado. No obstante, Nueva Zelanda es, junto con Australia, uno de los pocos países «ricos» con un perfil de este tipo: la gran mayoría de los que destacan en este frente son lo que podríamos llamar eufemísticamente «países en desarrollo», o países pobres. Hemos puesto como ejemplo a Filipinas, sin embargo, este perfil de triángulo aparece repetido en gran cantidad de países de África y Asia. Cuando analizamos en detalle los números área por área, encontramos que el volumen de la agricultura supera varias veces la media mundial. Lo que tenemos en estos casos son países que parecen haber tomado conciencia de sus limitaciones para desarrollar un sistema de ciencia y tecnología integral y, en consecuencia, apuestan fuertemente por el ámbito que pueden explotar con mayor éxito. Es una especie de «opción de atajo» en el largo camino de construir ciencia.

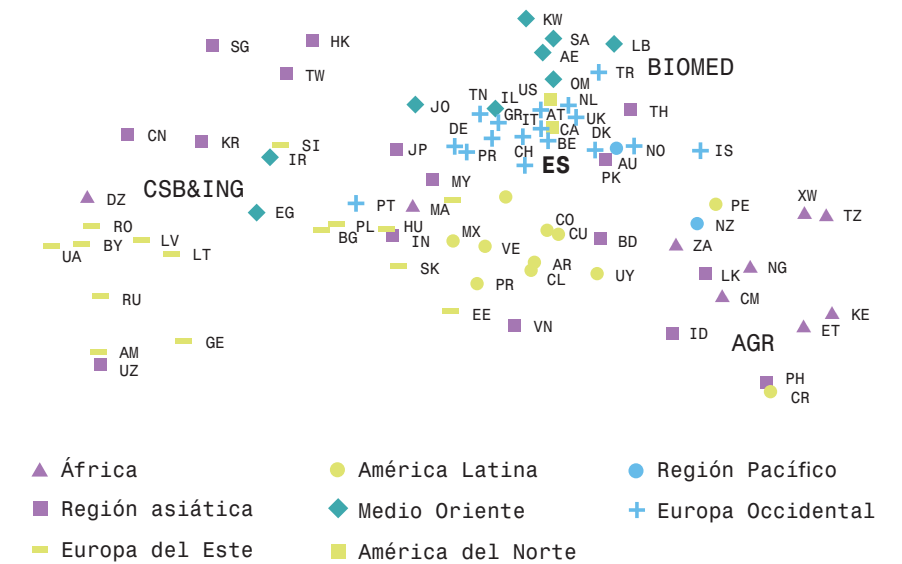
#### 4.2. La visión global del fenómeno

Si bien el análisis caso por caso de cada uno de los países puede darnos muchas pistas para comprender el funcionamiento de sus sistemas científicos, lo interesante sería poder combinarlos todos en una representación que permita obtener una visión global de todo el dominio. Esto lo encontramos en la figura 2. Se trata de un mapa creado mediante la técnica de Escalamiento Multidimensional (conocido por MDS, sus siglas en inglés), aplicada a las tres dimensiones existentes de cada país (los frentes temáticos). El resultado es un mapa donde se ubican los tres frentes formando un triángulo, al mismo tiempo que los países según su afinidad temática. Para facilitar la visualización, se han coloreado los puntos de los países según su región geográfica.

En primer lugar, destacamos con caracteres mayores la posición de España. Se encuentra en la zona dominada por los «verdes» (Europa occidental), Estados Unidos, Canadá y algunos países que *a priori* no esperaríamos encontrar ahí, tales como Tailandia y Pakistán. El comportamiento europeo occidental es bastante homogéneo, con la única salvedad de Portugal, bastante sesgado hacia el segundo frente. Por encima de este grupo aparecen cinco países de Medio Oriente, que

ocupan esta posición porque, como ya mostramos en el caso de Arabia Saudí, son los que presentan mayor grado de adscripción al frente biomédico.

> **Gráfico 8.2.** Posicionamiento de los países en los campos científicos



Fuente: elaboración propia con datos de SCImago Journal & Country Rank.

Sobre el lado izquierdo del mapa, tenemos la zona correspondiente a las ciencias básicas y la ingeniería (CSB&ING). En esta área predominan los triángulos amarillos correspondientes a las antiguas repúblicas soviéticas y demás países de Europa del Este. Cabe destacar que los países de Europa central se hallan más cerca de los de Europa occidental (Chequia el que más), mientras que las antiguas repúblicas soviéticas forman el grupo más sesgado a la izquierda. Además de los países ex comunistas encontramos la notable presencia de Egipto, Irán y especialmente Argelia. Por encima de ellos, tenemos el grupo de los «tigres asiáticos», con un perfil más ingeniero: China, Corea, Singapur, Taiwán y Hong Kong.

Sobre el lado opuesto, tenemos el tercer frente. Aquí predominan los países africanos, aunque encontramos varios asiáticos (Filipinas, Indonesia y Sri Lanka), mientras que de América Latina sólo está Costa Rica. En su gran mayoría, los países latinoamericanos parecen

seguir el modelo que habíamos avanzado para Brasil, ya que ocupan el centro mismo del mapa. No obstante, ninguno alcanza la posición de Brasil, levemente sesgado hacia el primer frente.

Este punto se encuentra bastante cerca de España, que, como habíamos dicho, a pesar de adscribirse al primer frente, presenta una buena producción en los otros. Cabe preguntarse cómo evolucionará la situación en los próximos años. Es muy probable que el frente biomédico se consolide aún más y que se sumen a él nuevos países en pos de una cierta «modernización científica». Esto podría menoscabar el segundo de los frentes, que responde al modelo soviético y se basa principalmente en un sistema clásico de academias científicas. Es probable que este modelo se vaya debilitando, aunque a veinte años de la caída del bloque comunista aún da muestras de vigor. Quizá los cambios se vayan viendo con la renovación generacional de los propios científicos. Lo que sí parece evidente es que irá en crecimiento el modelo chino, basado en la ingeniería y menos preocupado por las ciencias básicas. Si el crecimiento de este país continúa con el ritmo y características actuales, en algún momento podría diferenciarse del segundo frente y constituir uno con peso y características propias.

El frente agrícola también parece contar con cierto margen para la evolución, ya que, si bien los países que lo componen no son muy poderosos en términos científicos, tienen un potencial de crecimiento razonable. Al mismo tiempo, la temática tiene una vigencia que no parece decaer con el paso de los años, sino más bien todo lo contrario.

Por último, será interesante ver qué ocurre con los países latinoamericanos, especialmente Brasil. Su ubicación como países «del centro» podría verse desplazada hacia el primer frente, o por el contrario (aunque más improbable), podrían constituir una alternativa al modelo de los países «avanzados».

## 5. Conclusiones

En este capítulo hemos intentado caracterizar el complejo perfil temático español. En el periodo 2003-2007, España experimentó un crecimiento medio anual superior al mundial, con una producción cada vez más visible y una aportación en términos de citación en rápido aumento, por encima de la media mundial durante todo el periodo.

La medicina acumula prácticamente un tercio de la producción en todos los ámbitos de referencia. En este campo, España presenta una aportación cercana a la mundial y ligeramente inferior a la de Europa occidental. *Bioquímica, Genética y Biología Molecular* es la segunda área con mayor producción, seguida de *Agricultura y Biología, Química y Física y Astronomía*. Las áreas científicas en las que se registran los mayores incrementos son *Enfermería, Profesión Sanitaria, Negocios, Gestión y Contabilidad, Ciencias Sociales y Toma de Decisiones*.

La producción española se asemeja a los patrones de publicación mundial y de Europa occidental: coinciden en las áreas de mayor producción, aunque varían ligeramente las proporciones. Las principales diferencias las encontramos en el terreno de las citas y en el área de *Agricultura y Biología*, que durante todo el periodo supera las aportaciones europea y mundial. Así, se puede decir que esta área se constituye como una fortaleza, en términos de especialización temática. Lo mismo ocurre con *Matemáticas y Química*. Pero éstas no son las únicas fortalezas de España, con respecto al ámbito europeo cabe resaltar también la emergencia de campos como *Informática, Toma de Decisiones y Psicología*, y con respecto a la producción mundial, España destaca en *Inmunología y Microbiología, Física y Astronomía, Neurociencias*, y en los últimos años, en *Ciencias de la Tierra y del Espacio*. Por el contrario, es claramente deficitaria tanto a nivel europeo como mundial en *Energía, Ingeniería y Ciencia de Materiales*, entre otras.

Por otra parte, el análisis multivariante nos ha permitido ubicar a España en el contexto mundial de los perfiles temáticos científicos. Estos perfiles constituyen indicios de verdaderos modelos de sistemas nacionales de ciencia y tecnología. En este sentido, la posición de España parece estar en el lugar que podría esperarse, junto a los países de su región, con un perfil de país científico moderno donde destacan los centros de investigación en biomedicina. Sin embargo, junto con este perfil conviven elementos propios de los otros dos modelos: por un lado, una producción en agricultura comparativamente grande para su región y, por otro, algunos campos de las ciencias duras. Sería interesante realizar un análisis más detallado a este respecto y ver cuáles son las diferentes instituciones españolas que están trabajando en cada uno de los tres frentes para determinar el nivel de excelencia que presenta España en cada campo. Se trata de una línea de investigación futura sobre la que estamos trabajando y



que permitirá brindar una visión aún más detallada del perfil temático de la ciencia española.

## Referencias

- [1] Arunachalam, S. (2008): «The science race continues in Asia», *Current Science*, 94:7, pp. 848-849.
- [2] Bosman, J.; Mourik, I. V.; Rasch, M.; Sieverts, E.; Verhoeff, H. (2007): «Scopus reviewed and compared : The coverage and functionality of the citation database Scopus, including comparisons with Web of Science and Google Scholar. Utrech University Library», documento en línea, disponible en: <http://igitur-archive.library.uu.nl/DARLIN/2006-1220-200432/Scopus%20doorgelicht%20&%20vergeleken%20-%20translated.pdf> [última consulta: 05/01/2010].
- [3] Braun, T.; Glanzel, W.; Schubert, A. (1988): «World flash on basic research - The newest version of the facts and figures on publication output and relative citation impact of 100 countries 1981-1985», *Scientometrics*, 13, pp. 181-188.
- [4] Elsevier, B. V. (2004): *Scopus*, disponible en: <http://www.scopus.com> [última consulta: 28/09/2009].
- [5] Grupo SCImago (2007): «Análisis de la producción científica mundial por regiones», *El Profesional de la Información*, 16 (2), pp. 158-159.
- [6] Grupo SCImago (2008): «Asia vista con el SCImago Journal &Country Rank» *El profesional de la Información*, 17 (6), pp. 677-678.
- [7] Grupo SCImago (2002): *SCImago Research Group*, disponible en: <http://www.scimago.es>, [última consulta: 28/09/2009].
- [8] Grupo SCImago (2007): *SCImago Journal & Country Rank*, disponible en: <http://www.scimagojr.com> [última consulta: 28/09/2009].
- [9] Leydesdorff, L.; Wagner, C. (2009): «Is the United States losing ground in science? A global perspective on the world science system», *Scientometrics*, 78 (1), pp. 23-36.
- [10] Moed, H. F. (2005): *Citation analysis in research evaluation*, Springer, Dordrecht.
- [11] Moya Anegón, F.; Chinchilla Rodríguez, Z.; Vargas Quesada, B.; Corera Álvarez, E.; Muñoz Fernández, F.; González Molina, A.; Herrero Solana, V. (2007): «Coverage analysis of Scopus: A journal metric approach», *Scientometrics*, 73 (1), pp. 53-78.
- [12] Moya Anegón, F. (dir.) (2007): *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 1990-2004*, Fecyt, Madrid.
- [13] Moya Anegón, F. (dir.) (2008): *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2002-2006* Fecyt, Madrid.
- [14] Moya Anegón, F.; Herrero Solana, V. (2009): «Worldwide topology of the scientific subject profile: a macro approach on the country level», manus-

crito sometido a *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, sep. 2009.

- [15] Price, D. J. D. (1980): «Towards a comprehensive system of science indicators», paper presented to the conference on evaluation in science and technology - Theory and practice, Dubrovnik.
- [16] Zhou, P.; Leydesdorff, L. (2008): «China ranks second in scientific publications since 2006» *ISSI Newsletter*, 13, pp. 7-9.