



ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE LOS  
PATRONES DE PUBLICACIÓN DE PUERTO RICO  
EN EL *SCIENCE CITATION INDEX@* DURANTE  
EL PERÍODO DE 1980 A 1998\*

*Laurie Ann Ortiz-Rivera*

Resumen:

Los documentos publicados en las diferentes disciplinas científicas, lo que constituye el perfil o patrón de publicación de un país o región, es un indicador mediante el cual se pueden conocer aquellas disciplinas que tienen una mayor o menor prioridad, tanto por los investigadores como por el sistema científico de dicho país o región, identificando, de esta forma, tendencias de la investigación en el tiempo. En este artículo se pretende identificar los cambios que han tenido lugar en las prioridades de investigación en Puerto Rico, mediante el análisis de la

---

\* Los resultados de este trabajo forman parte de una investigación más amplia sobre las características de la producción científica en el Science Citation Index@ de autores pertenecientes a instituciones puertorriqueñas, realizado por Laurie Ann Ortiz Rivera y presentado como tesis doctoral en la Universidad Carlos III de Madrid en febrero del 2003.

temática de los documentos publicados en revistas indizadas en el *Science Citation Index®* (SCI), del *Institute for Scientific Information* (ISI) de Filadelfia, durante el período 1980-1998.

#### Abstract:

This paper attempts to monitor the changes in research priorities of Puerto Rico by analysing its research publication pattern in mainstream journals indexed in the *Science Citation Index®* during the period of 1980-1998. We counted the number of papers authored by Puerto Rico in the most productive research disciplines and drew up a matrix of 24 columns-categories (disciplines) x 19 rows-categories (years) which we analysed by correspondence factor analysis (CFA) in order to understand the multivariate relationships between disciplines and years and reveal the dynamics of changes taking place during the period.

#### Introducción

La difusión de los resultados de investigación, mediante la publicación de un artículo en una revista científica, constituye, en muchas ocasiones, un producto final de dicha investigación, por lo que el número de publicaciones científicas es considerado un indicador cuantitativo adecuado de la actividad investigadora (Bellavista y otros, 1997). Sin embargo, los hábitos de publicación no son los mismos en todas las áreas del conocimiento científico (Bordons y Zulueta, 1999; López Piñero y Terrada, 1992), ya que en ellos influyen la naturaleza de las actividades de investigación y los medios, formales e informales, que se utilicen para compartir los resultados obtenidos con el resto de la comunidad científica.

La producción científica, en el sentido en que la trata la bibliometría, se entiende como la suma de los productos científicos individualizados, generados por una determinada comunidad (nacional, internacional, sectorial, etc.) durante un período de tiempo, que son físicamente identificables como publicaciones, sean estas artículos, libros, ponencias, u otras (Ferreiro Aláez,

1993). El análisis de este indicador es recurrente en los estudios bibliométricos, y algunos autores han encontrado una relación positiva entre la cantidad de documentos publicados y la calidad de la investigación científica realizada (Lawani, 1986; Crandall, 1978). No obstante, hay que señalar que la existencia de dicha relación ha sido seriamente cuestionada por otros investigadores (Feist, 2000; Feist, 1997; Moed y otros, 1985).

El número de documentos publicados y la temática de los mismos constituyen el perfil o patrón de publicación que caracteriza la actividad científica de una región, país, institución o grupo de investigación. Este patrón es un indicador mediante el cual se pueden conocer aquellas disciplinas que tienen una mayor o menor prioridad, tanto para los investigadores como para el sistema científico al que pertenecen y, por esta razón, el estudio continuado del mismo es útil para identificar las tendencias que caracterizan la investigación en el transcurso del tiempo (Bhattacharya, Sing y Sudhakar, 1997).

Este artículo pretende identificar algunas de las tendencias que han caracterizado la actividad científica en Puerto Rico, utilizando para ello la cantidad de documentos publicados y su temática como indicador de los cambios que han tenido lugar en las prioridades de investigación en la Isla durante el período de 1980 a 1998.

### **Metodología**

La fuente de datos utilizada para la realización de este trabajo fue el *Science Citation Index (SCI)*, del *Institute for Scientific Information (ISI)* de Filadelfia, en su versión para CD-ROM, en el período comprendido entre los años 1980 y 1998. La identificación en el SCI de los trabajos publicados, donde al menos uno de los autores firmantes perteneciese a una institución radicada en Puerto Rico, se llevó a cabo mediante la elaboración de una estrategia de búsqueda y recuperación sobre el campo de afiliación institucional de la base de datos, en el que se registran las direcciones de las instituciones a las que pertenecen todos los autores firmantes de un trabajo en particular. La estrategia en cuestión debía identificar aquellos registros que tuvieran en dicho campo al menos una institución radicada en Puerto Rico,

aún cuando fueran entidades federales de los Estados Unidos con presencia en la Isla.

El criterio utilizado fue buscar, no sólo la cadena de caracteres [PR AND USA] en el campo de afiliación, sino incluir los nombres de todos los municipios de la Isla, con lo que se aseguraba una recuperación bastante exhaustiva. De esta forma se identificaron todos los documentos en que había participado Puerto Rico, independientemente de la posición que ocupaba el autor en el orden de firmas. Después de eliminar los registros duplicados y otros que no pertenecían a instituciones localizadas en la Isla, el número de registros resultante fue de 6764. A cada registro se le asignó entonces una temática de acuerdo con la disciplina de la revista en que se encontraba publicado, utilizando para ello el esquema de clasificación del *Journal Citation Report / Science Citation Index®* (JCR/SCI) de los años 1984, 1987, 1994 y 1997.

El tratamiento y análisis de los datos recuperados, se llevó a cabo siguiendo la metodología para la realización de estudios métricos de la información desarrollada en los trabajos de los investigadores Sanz Casado y Sotolongo Aguilar (Sanz Casado y otros, 2002a; Sanz Casado y otros, 2002b; Sotolongo Aguilar y otros, 2000), la cual está concebida en varias etapas para realizar tareas mediante el uso conjunto de programas ampliamente utilizados en tareas de investigación y desarrollados por empresas de reconocido prestigio (*Microsoft Corp.*; *Statistical Package for Social Sciences®*, *Addinsoft™*). En tal sentido, en este trabajo se han utilizado las facilidades de *Procite®* 5.0 para el tratamiento de la información bibliográfica, mientras que los cálculos estadísticos se realizaron con *SPSS®* 10.0, *XLStat®* 6.0 y *Microsoft Excel®*.

La evolución temporal de la temática de los documentos publicados, tomando en cuenta aquellas disciplinas con mayor representación durante el período analizado, ha sido explorada mediante el análisis factorial de correspondencias simple (AFC), una técnica de la estadística multivariable para la reducción de la dimensionalidad, que ha sido utilizada con anterioridad por otros autores en estudios similares para identificar tendencias de la investigación en el tiempo (Ojasoo, Maisonneuve y Dore, 2001; Doré, Dutheil y Miquel, 2000; Okubo y otros, 1998; Doré y otros, 1996;

Nagpaul y Sharma, 1995).

El AFC es una técnica de interdependencia que trata de representar la información fundamental de una tabla de contingencias en unas pocas dimensiones, con el objetivo de obtener una gráfica plana más asequible e ilustrativa para la explicación del fenómeno que se está estudiando (Joaristi Olariaga y Lizasoain Hernández, 2000). En términos generales, el AFC se basa en la transformación de las diferencias entre los vectores formados por dos categorías-fila cualquiera o dos categorías-columna de una tabla de contingencia en distancias que puedan ser usadas para la extracción de los factores (dimensiones) que expliquen lo mejor posible el conjunto original de datos. La distancia usada es la denominada de  $X^2$ , que se calcula a partir de la suma de las diferencias cuadráticas de las distribuciones de cada categoría-fila relativizadas por la distribución total de las columnas. (Cuadras, 1996).

El AFC establece las proyecciones óptimas del sistema multidimensional sobre una serie de ejes factoriales ortogonales que describen en orden decreciente la proporción de la varianza del sistema. En el caso concreto de este trabajo, las disciplinas son proyectadas en el espacio multidimensional formado por los años del período estudiado y viceversa, los años se proyectan en el espacio de las disciplinas.

Es necesario tomar en consideración que, según Deville y Saporta (1983), en un análisis estadístico convencional la variable tiempo es considerada de tipo especial, un patrón en el cual se mide la evolución de todas las demás variables; sin embargo, en el AFC el orden cronológico no define *a priori* la disposición de la categoría tiempo en el mapa perceptual resultante. El AFC calcula las correlaciones existentes entre las categorías analizadas, incluyendo el tiempo, y establece la distribución que mejor se ajusta a los datos, reflejando, de esta manera, la estructura temporal inherente al sistema estudiado (Doré y Ojasoo, 2001; Ojasoo, Maisonneuve y Dore, 2001).

## Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra las 24 disciplinas con una producción científica igual o superior al 1% respecto al total de documentos publica-

dos, con participación de autores pertenecientes a instituciones puertorriqueñas, en el *Science Citation Index*® durante el período estudiado. Estas publicaciones representan, en conjunto, algo más del 65% de todo lo publicado. Los datos han sido agrupados en cuatro períodos de cinco años y uno de cuatro (1995-1998), mostrando la cantidad de documentos publicados en cada uno de ellos, así como el valor porcentual respecto al total en cada disciplina. Los valores porcentuales totales (en la última columna) están calculados respecto a todos los documentos que recoge la base de datos creada para llevar a cabo el estudio (6764).

La simple observación de la tabla permite identificar las disciplinas que han tenido una mayor actividad durante todo el período, son los casos de *Chemistry* (9,64%), *Agriculture* (6,30%), *Biology* (5,59%), *Astronomy & Astrophysics* (5,40%) y *Zoology* (4,24%), y, de igual forma, son notables algunos cambios, en cuanto a cantidad de documentos publicados en un período y otro, en disciplinas como *Agriculture*, *Chemistry*, *Biology* y *Physics*. La evolución de estos cambios puede visualizarse explorando la relación existente entre las categorías filas y columnas de una matriz donde se presenta, en valores absolutos, la cantidad de documentos publicados por año (categoría fila) en cada disciplina (categoría columna).

Dado que el objetivo que persigue el AFC es determinar el grado de asociación entre las categorías de ambas variables, será necesario un análisis previo para establecer el grado de asociación global entre dichas variables, para lo cual se utiliza la prueba de  $c^2$  que mide la independencia entre variables cualitativas. Si el valor de  $c^2$  no es significativo, entonces la representación del AFC no será útil, ya que las categorías-fila se distribuirán igualmente a lo largo de las categorías-columna, la nube de puntos carecerá de significación y los puntos observados sólo serán el resultado del azar (Cuadras, 1996).

En este caso, se obtiene un valor de  $c^2$  de 1706,97 lo que indica un alto grado de asociación entre las variables, dado que el valor teórico esperado es bastante inferior (462,44 -  $\alpha=0.05$ ).

Los resultados del análisis de correspondencias llevado a cabo se muestran en la tabla 2. Se observa que el primer factor explica un 47,4% de la varianza total del sistema, mientras que el segundo factor explica un 15,8%.

Disciplinas	Códigos	Documentos publicados (total: 6764)				Total*
		80-84	85-89	90-94	95-98	
<i>Chemistry</i>	chem	111 17,02%	85 13,04%	157 24,08%	299 45,86%	652 9,64%
<i>Agriculture</i>	agr	293 68,78%	76 17,84%	39 9,15%	18 4,23%	426 6,30%
<i>Biology</i>	biol	74 19,58%	94 24,87%	99 26,19%	111 29,37%	378 5,59%
<i>Astronomy &amp; Astrophysics</i>	astr	77 21,10%	125 34,25%	95 26,03%	68 18,63%	365 5,40%
<i>Zoology</i>	zoo	64 22,30%	101 35,19%	72 25,09%	50 17,42%	287 4,24%
<i>Plant Sciences</i>	plant	44 25,73%	36 21,05%	51 29,82%	40 23,39%	171 2,53%
<i>Physics</i>	phy	16 9,88%	19 11,73%	61 37,65%	66 40,74%	162 2,40%
<i>Medicine, Research &amp; Experimental</i>	medre	85 53,46%	36 22,64%	31 19,50%	7 4,40%	159 2,35%
<i>Chemistry, Organic</i>	chemorg	49 31,01%	46 29,11%	35 22,15%	28 17,72%	158 2,34%
<i>Geosciences</i>	geos	30 19,87%	35 23,18%	42 27,81%	44 29,14%	151 2,23%
<i>Physics, Atomic, Molecular &amp; Chemical</i>	phyamc	26 17,93%	33 22,76%	39 26,90%	47 32,41%	145 2,14%
<i>Neurosciences</i>	neu	21 15,11%	20 14,39%	45 32,37%	53 38,13%	139 2,05%
<i>Multidisciplinary Sciences</i>	mul	28 20,14%	35 25,18%	41 29,50%	35 25,18%	139 2,05%
<i>Biochemistry &amp; Molecular Biology</i>	biolmb	22 15,94%	34 24,64%	38 27,54%	44 31,88%	138 2,04%
<i>Chemistry, Physical</i>	chemphy	18 13,64%	38 28,79%	41 31,06%	35 26,52%	132 1,95%
<i>Marine &amp; Freshwater Biology</i>	mar	13 10,66%	44 36,07%	39 31,97%	26 21,31%	122 1,80%
<i>Cell Biology</i>	cbiol	16 14,55%	11 10,00%	20 18,18%	63 57,27%	110 1,63%
<i>Pharmacology &amp; Pharmacy</i>	phar	33 31,73%	25 24,04%	22 21,15%	24 23,08%	104 1,54%
<i>Medicine, General &amp; Internal</i>	medgi	24 24,49%	24 24,49%	25 25,51%	25 25,51%	98 1,45%
<i>Oncology</i>	onc	24 27,91%	32 37,21%	16 18,60%	14 16,28%	86 1,27%
<i>Cardiovascular Systems</i>	car	18 22,22%	28 34,57%	16 19,75%	19 23,46%	81 1,20%
<i>Radiology &amp; Nuclear Medicine</i>	radnm	26 32,91%	21 26,58%	18 22,78%	14 17,72%	79 1,17%
<i>Physics, Condensed Matter</i>	phycm	5 6,49%	17 22,08%	19 24,68%	36 46,75%	77 1,14%
<i>Tropical Medicine</i>	tromed	20 27,78%	22 30,56%	16 22,22%	14 19,44%	72 1,06%
<b>Total*</b>		1137 16,81%	1037 15,33%	1077 15,92%	1180 17,45%	4431 65,51%

(**TABLA 1.** Disciplinas con producción científica superior o igual al 1% respecto al total de documentos publicados con participación de autores pertenecientes a instituciones de Puerto Rico en el *Science Citation Index*, durante el período de 1980 a 1998. (\* valores porcentuales totales calculados respecto al total 6764).

Dimensión (φ)	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia	
					Explicada	Acumulada
<b>1</b>	<b>0,427</b>	<b>0,183</b>	<b>1706,97</b>	<b>0,00</b>	<b>0,474</b>	<b>0,474</b>
<b>2</b>	<b>0,247</b>	<b>0,061</b>			<b>0,158</b>	<b>0,632</b>
3	0,172	0,030			0,077	0,709
4	0,148	0,022			0,057	0,766
Total		0,385			1,000	1,000

(TABLA 2. Resumen del Análisis Factorial de Correspondencias Simple (AFC).

Al ser estos dos factores los que explican, entre ambos, mayor varianza (63,2%), se han seleccionado para la representación en el mapa perceptual. Además, se han calculado las coordenadas de las variables (categorías) en los factores (dimensiones), así como las contribuciones absolutas (CTA) y relativas (CTR) para cada elemento fila y columna (tablas 3 y 4). Las contribuciones absolutas expre-

Dimensión (φ)	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia	
					Explicada	Acumulada
<b>1</b>	<b>0,427</b>	<b>0,183</b>	<b>1706,97</b>	<b>0,00</b>	<b>0,474</b>	<b>0,474</b>
<b>2</b>	<b>0,247</b>	<b>0,061</b>			<b>0,158</b>	<b>0,632</b>
3	0,172	0,030			0,077	0,709
4	0,148	0,022			0,057	0,766
Total		0,385			1,000	1,000

(TABLAS 3 y 4. Resultados del Análisis Factorial de Correspondencias Simple (AFC).

Tabla 4. Resultados del Análisis Factorial de Correspondencias Simple. Examen de los puntos columna (Disciplinas)

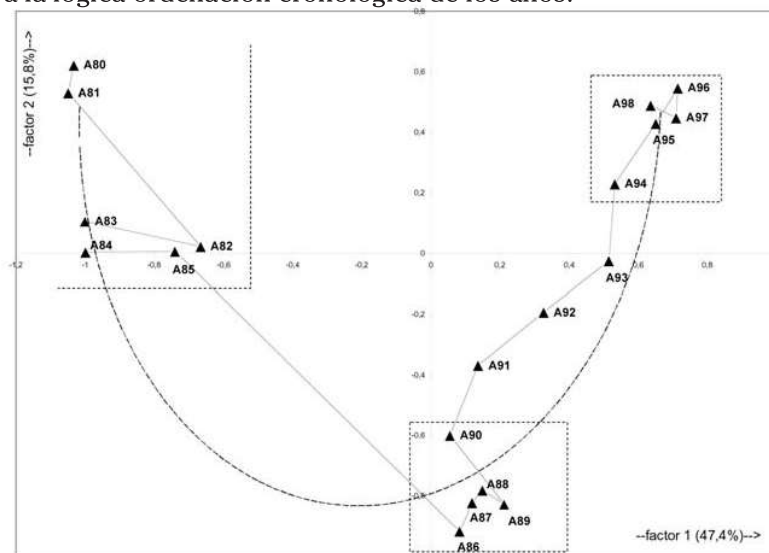
	Contribución											
	Puntuación en la dimensión				De los puntos a la inercia de la dimensión (CTA)				De la dimensión a la inercia del punto (CTR)		Total	Distancia al origen d
	Masa	D1	D2	Inercia	D1	D2	D1	D2				
<i>Agriculture (agr)</i>	0,096	-1,659	0,640	0,124	0,619	0,159	0,915	0,079	0,993	1,134		
<i>Astronomy &amp; Astrophysics (astr)</i>	0,082	-0,003	-0,687	0,015	0,000	0,158	0,000	0,644	0,644	0,426		
<i>Biochemistry &amp; Molecular Biology (biolmb)</i>	0,031	0,407	-0,145	0,006	0,012	0,003	0,354	0,026	0,380	0,448		
<i>Biology (biol)</i>	0,085	0,215	-0,069	0,015	0,009	0,002	0,109	0,006	0,116	0,425		
<i>Cardiology (car)</i>	0,018	-0,014	-0,473	0,006	0,000	0,017	0,000	0,181	0,181	0,553		
<i>Cell Biology (cbiol)</i>	0,025	0,675	1,010	0,017	0,026	0,103	0,287	0,373	0,660	0,823		
<i>Chemistry (chem)</i>	0,147	0,549	0,647	0,037	0,104	0,249	0,518	0,416	0,934	0,499		
<i>Chemistry, Organic (chemorg)</i>	0,036	-0,233	-0,360	0,010	0,005	0,019	0,082	0,112	0,194	0,534		
<i>Chemistry, Physical (chemphy)</i>	0,030	0,307	-0,369	0,004	0,007	0,016	0,300	0,251	0,551	0,366		
<i>Geosciences (geos)</i>	0,034	0,211	-0,198	0,015	0,004	0,005	0,044	0,022	0,067	0,657		
<i>Marine &amp; Freshwater Biology (mar)</i>	0,028	0,286	-0,770	0,010	0,005	0,066	0,100	0,419	0,519	0,592		
<i>Medicine, General &amp; Internal (medgi)</i>	0,022	0,113	-0,113	0,005	0,001	0,001	0,023	0,013	0,036	0,488		
<i>Medicine, Research &amp; Experimental (medre)</i>	0,036	-1,027	-0,395	0,024	0,089	0,023	0,680	0,058	0,738	0,814		
<i>Multidisciplinary Sciences (mul)</i>	0,031	0,113	-0,203	0,008	0,001	0,005	0,021	0,040	0,061	0,506		
<i>Neurosciences (neu)</i>	0,031	0,546	0,231	0,009	0,022	0,007	0,429	0,044	0,473	0,545		
<i>Oncology (onc)</i>	0,019	-0,238	-0,605	0,008	0,003	0,029	0,057	0,212	0,269	0,654		
<i>Pharmacology &amp; Pharmacy (phar)</i>	0,023	-0,246	-0,165	0,005	0,003	0,003	0,128	0,033	0,160	0,451		
<i>Physics (phy)</i>	0,037	0,746	0,554	0,019	0,048	0,045	0,469	0,150	0,619	0,712		
<i>Physics, Atomic, Molecular &amp; Chemical (phyamc)</i>	0,033	0,260	0,018	0,003	0,005	0,000	0,327	0,001	0,328	0,297		
<i>Physics, Condensed Matter (phycm)</i>	0,017	0,827	0,194	0,009	0,028	0,003	0,548	0,018	0,566	0,730		
<i>Plant Sciences (plant)</i>	0,039	0,160	-0,208	0,016	0,002	0,007	0,026	0,026	0,052	0,646		
<i>Radiology &amp; Nuclear Medicine (radnm)</i>	0,018	-0,342	-0,195	0,004	0,005	0,003	0,202	0,038	0,240	0,497		
<i>Tropical Medicine (tromed)</i>	0,016	-0,177	-0,011	0,008	0,001	0,000	0,027	0,000	0,027	0,703		
<i>Zoology (zoo)</i>	0,065	-0,120	-0,549	0,009	0,002	0,079	0,045	0,542	0,587	0,371		
Total activo	1			0,385	1		1					

Normalización Simétrica. SPSS®.



san la participación que tiene el elemento en la inercia explicada del factor, mientras que las contribuciones relativas recogen la participación del factor en la explicación del elemento, midiendo la calidad de representación de dicho elemento sobre el factor. Ambas contribuciones servirán de ayuda a la interpretación, pues la visión directa del mapa perceptual puede inducir a errores.

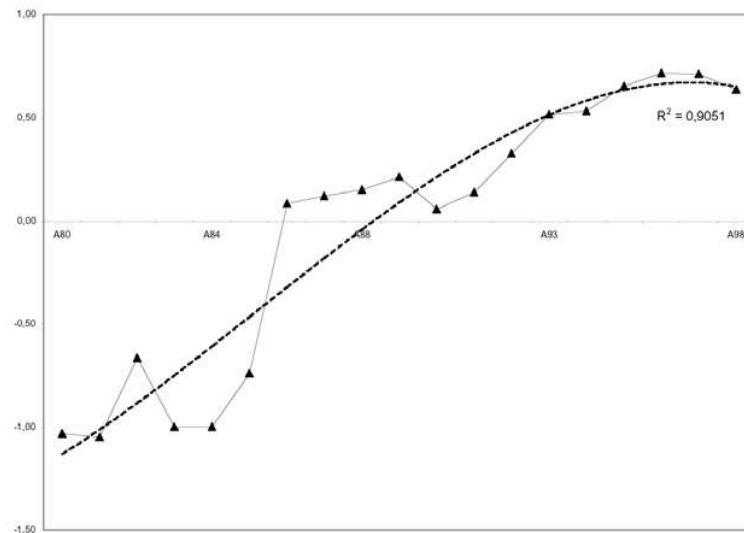
El AFC brinda la posibilidad de representar las coordenadas de filas o columnas en dos gráficos independientes que pueden ser interpretados por separado, reflejando, en función de la proximidad o alejamiento de los puntos, el grado de similitud entre las categorías representadas. En tal sentido, la figura 1 muestra la distribución de los 19 años analizados con relación a los dos ejes factoriales principales. La cercanía de los puntos se interpreta como similitud en los perfiles, en este caso la proximidad de los años denota semejanzas en cuanto a una mayor actividad científica en determinadas disciplinas. Si la evolución de la producción científica ha sido de manera progresiva, sin cambios demasiado bruscos de un período a otro, el resultado del AFC debe acercarse a la lógica ordenación cronológica de los años.



(GRÁFICO 1. Distribución de los 19 años analizados con relación a los dos ejes factoriales principales)

Como se observa, leyendo el mapa del semiplano izquierdo al derecho, la distribución se ajusta bastante al orden cronológico, adoptando la forma curva característica del denominado efecto *Guttman*, habitual en este tipo de análisis. No obstante, si se proyectan los años sobre el primer eje factorial (factor 1), se observa que no están todos espaciados de manera regular.

En la lectura del mapa, pueden destacarse tres agrupamientos comenzando por el cuadrante superior izquierdo con el primer lustro de la década de los ochenta (80-85), distanciado notablemente de la segunda mitad de ese mismo período (86-89), a la derecha, en el cuadrante inferior, y los últimos cinco años del estudio (94-98), hacia el extremo superior derecho. Las desviaciones más notables de la curva ocurren en el período de la segunda mitad de los ochenta. Este hecho puede comprobarse, además, al representar las coordenadas de los años en los dos factores prin-

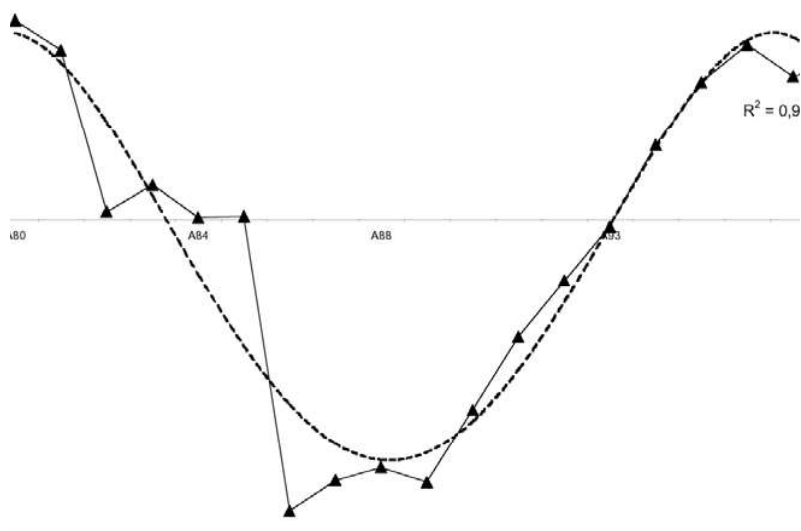


(FIGURA 2 A y B. Gráficas de las coordenadas de la categoría tiempo: A) en el factor 1 donde la curva se ajusta a una función polinómica de orden 3 ( $R^2=0,9051$ ). B) en el factor 2 donde la curva se ajusta a una función polinómica de orden 3 ( $R^2=0,9079$ ).

cipales por separado (Figura 2 A y B).

Ambas representaciones permiten apreciar que las irregularidades más destacadas en la serie ocurren en el período comprendido entre los años 1985 y 1989. Una distribución con las características anteriores puede interpretarse, según Ojasoo, Maisonneuve y Dore (2001), como que el fenómeno que se está estudiando tiene una evolución progresiva y consistente en el tiempo, aunque con momentos inestables. En este caso, sería indicativo de que la producción científica de la isla ha experimentado un crecimiento durante el período estudiado con algunas variaciones, más marcadas en la segunda mitad de los años ochenta.

Por último, en la figura 3, se han representado las disciplinas donde más se ha publicado en el espacio de los 19 años que comprende el período estudiado. Con el fin de apoyar la explicabilidad del mapa el mismo se ha dividido en tres sectores, definidos éstos por las bisectrices de los ángulos internos del triángulo que for-



(FIGURA 3. Mapa perceptual de las correlaciones existentes entre las disciplinas y el tiempo (factor 1=47,4% factor 2=15,8%). Variabilidad total explicada: 63,2%).

man los años 1980, 1989 y 1998.

La interpretación de los ejes se fundamenta en la información que brindan las tablas 3 y 4. Como se observa, las contribuciones absolutas de los primeros cinco años de la década del ochenta y los últimos cinco del período de los noventa, explican casi la totalidad del primer factor, oponiendo así los dos extremos del período estudiado. En cuanto a las disciplinas, cuatro de ellas explican más del 80% del factor, hacia el extremo izquierdo del mapa (S-I) *Agriculture* (agr), cuya contribución absoluta a la formación del factor es muy alta (CTA=61,9%), y además se explica casi totalmente en el mismo (CTR=91,5%), y *Medicine, Research & Experimental* (medre) con una contribución absoluta mucho menor (CTA=8,9%), pero igualmente bien representada (CTR=68%). Hacia la derecha, en el cuadrante superior (S-III), coincidiendo con los últimos años del período de los noventa, se ubican *Chemistry* (chem) y *Physics* (phy), también con contribuciones absolutas muy inferiores a las de *Agriculture* (10,4% y 4,8% respectivamente) aunque con contribuciones relativas superiores al 40% en ambos casos. Otras disciplinas como *Physics, Condensed Matter* (phycm), y *Neurosciences* (neu) alcanzan también una buena representación en el factor (CTR=54,8% y CTR=42,9% respectivamente). En este sentido, es importante señalar, que las contribuciones relativas cercanas al 50% hacen suponer que existen contribuciones importantes en otros factores, por lo que, para la completa interpretación de la categoría, sería necesario considerar sus aportaciones a dichos factores, lo cual no ha sido considerado en este trabajo. El resto de disciplinas tienen contribuciones absolutas y relativas menos significativas.

El segundo eje factorial (dimensión vertical) explica el 15,8% de la varianza. En este caso, las respectivas contribuciones absolutas y relativas, sugieren la oposición entre los años finales del período de los ochenta y la segunda mitad de los noventa. En cuanto a las disciplinas, más del 80% del factor está explicado por seis de ellas, *Astronomy & Astrophysics* (astr) con una contribución absoluta cercana al 16% (CTA=15,8%) y buena calidad de representación (CTR=64,4%), *Zoology* (zoo) que contribuye menos al factor (CTA=7,9%), pero alcanza una representación superior al 50% (CTR=54,2%) en el mismo, y *Marine & Freshwater Biology* (mar)

con menor contribución al factor, aunque representada en un 41,9%. Todas estas disciplinas y otras con contribuciones menos significativas, se ubican en los cuadrantes inferiores (S-II), que comprenden el final de la década de los ochenta y los primeros años noventa. Nótese que a este factor contribuye también *Agriculture* (CTA=15,9%) pero su representación en el mismo (CTR=7,9%) es muy baja comparada con la que tiene en el primer factor, por lo que ha sido considerada poco ilustrativa para la significación de la dimensión.

Por último, en el cuadrante superior derecho (S-III), *Chemistry* (chem) y *Cell Biology* (cbiol) presentan las mayores contribuciones absolutas (24,9% y 10,3% respectivamente), estando representada *Chemistry* en algo más del 40% (CTR=41,6%) y en menor medida *Cell Biology* (CTR=37,3%).

### Conclusiones

Tomando en consideración los resultados expuestos, la distribución que se observa en el mapa, y que caracteriza la situación durante los 19 años analizados, sugiere la oposición entre una investigación de carácter aplicado en los ochenta y una actividad con mayor énfasis en investigación de tipo básica en los años noventa, sobre todo hacia el final del período, donde se observa, además, una diversificación de la investigación y un crecimiento de la producción científica, lo que es indicativo de una mayor difusión de los resultados de la actividad investigadora.

Este cambio, notable sobre todo en lo que se refiere a la disminución de la producción científica en Agricultura, es una tendencia encontrada por otros autores (Okubo y otros, 1998; Doré y Ojasoo, 2001) en estudios realizados sobre la evolución de la investigación a nivel mundial, donde frente a la actividad en disciplinas consideradas tradicionales (como la Agricultura) aparecen otras con una actividad investigadora más intensa en la actualidad como Neurociencias, Física y Biología Celular.

Por otra parte, en Puerto Rico ha habido un paulatino abandono del sector agrícola como prioridad en los planes de desarrollo gubernamental. La aportación de este sector al PIB cayó de un 3,2% en 1970 a 0,5% en el año 1999, confirmando su pérdida de

importancia con el transcurso del tiempo (Irizarry Mora, 2001). Este hecho ha tenido entre sus causas las disminuciones importantes que se registraron en los presupuestos asignados al sector entre los años 1992 y 1999, lo cual trajo como consecuencia la disminución en empleos, terrenos, producción, tecnologías e investigación (Gobierno de Puerto Rico, 2002).

El fortalecimiento de la actividad científica en áreas como Química y Física puede estar fundamentada, entre otras razones, en los intereses expresados por la *National Science Foundation* (NSF) en cuanto a incentivar la investigación en dichas áreas y las disciplinas con ellas asociadas. En sus informes, la entidad estadounidense señaló al Centro de Recursos del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico como el núcleo más importante para el desarrollo de la Física y la preparación del personal investigador, no sólo en la Isla, sino también en la región de Centroamérica y el Caribe (Ailes y otros, 1988). Hay que señalar, además, que en los resultados del estudio realizado por Sanz Casado (1995) se constató el crecimiento de la investigación en el área de Química y disciplinas relacionadas en los recintos de Río Piedras y Mayagüez, cuya importancia en la actividad investigadora del sector universitario, y por tanto, en la producción científica en general de la Isla, es considerable (Ortiz Rivera, 2003), y constituye un factor determinante en las tendencias que marcan su evolución en el tiempo.

El estudio de los patrones de publicación de un país y la evolución de las prioridades de investigación es una tarea que exige continuidad. La utilidad que estudios de este tipo puedan tener para la decisiones en cuestiones relacionadas con la evaluación de la investigación y el desarrollo de políticas científicas depende de la sistematización de los mismos y de la aceptación de sus resultados como un criterio más a tener en consideración.

Este trabajo ha planteado una aproximación a las características de la actividad investigadora en Puerto Rico, aunque enfocado solamente sobre la parte de esa actividad que queda registrada en lo que el *Institute for Scientific Information* (ISI) de Filadelfia considera revistas de la corriente principal de la ciencia. La exploración de lo publicado en el *Science Citation Index* durante un período de tiempo determinado es, por tanto, una visión parcial

del fenómeno, condicionada por los criterios que asume el ISI en la creación de sus bases de datos. No obstante, los resultados antes comentados pueden constituir un elemento a tomar en consideración para estudios más amplios que permitan identificar una “topografía” de la investigación en la que participan instituciones y autores de Puerto Rico y, de esta forma, dar seguimiento a las tendencias de la actividad científica en la isla.

### Bibliografía

- Ailes, C. P.; Coward, H. R.; Owens, S. J.; Saccocio, D. M. y Wad, A. 1988. *New Directions for U.S.-Latin American Cooperation in Science and Technology. Final Report*. Arlington (Virginia): Science and Technology Policy Program. STPP-TN-3164-4.
- Bellavista, J.; Guardiola, E.; Méndez, A. y Bordons, M. 1997. *Evaluación de la investigación*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Bhattacharya, S., Singh, S. P., y Sudhakar, P. 1997. Tracking changes in research priorities in Physics: a macro level analysis. *Scientometrics* 40 (1): 57-82.
- Bordons, M. y Zulueta, M. A. 1999. Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología* 52: 790-800.
- Crandall, R. 1978. The relationship between quantity and quality of publications. *Personality and Social Psychology Bulletin* 4: 379-380.
- Cuadras, C. M. 1996. *Métodos de análisis multivariante*. Barcelona : EUB.
- Deville, J.C., y Saporta, G. 1983. Correspondence analysis, with an extension towards nominal time series. *Journal of Econometrics* 22: 169-189.
- Doré, J.C., Dutheil, C., y Miquel, J.F. 2000. Multidimensional analysis of trends in patent activity. *Scientometrics* 47: 475-492.
- Doré, J.C., Ojasoo, T. 2001. How to Analyze Publication Time Trends by Correspondence Factor Analysis: Analysis of Publications by 48 Countries in 18 Disciplines over 12 Years. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 52 (9): 763-769.
- Doré, J.C., Ojasoo, T., Okubo, Y., Durand T., Dudognon, G., y Miquel, J.F. 1996. Correspondence factor analysis of the publication patterns of 48 countries over the period 1981-1992. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*



47(8): 588–602.

- Feist, G.J. 2000. Distinguishing 'Good' Science from 'Good Enough' Science [en línea]. *The Scientist* 14 (14):31. Disponible en: <[http://www.the-scientist.com/yr2000/jul/opin\\_000710.html](http://www.the-scientist.com/yr2000/jul/opin_000710.html)>
- Feist, G.J. 1997. Quantity, quality, and depth of research as influences on scientific eminence: is quantity most important? *Creativity Research Journal* 10:325-335.
- Ferreiro Aláez, L. 1993. *Bibliometría (análisis bivariante)*. Madrid: Espasa.
- Gobierno De Puerto Rico. Plan de Gobierno. Nueva vida a la agricultura. [en línea]. 2002 [ref. de 20 de junio de 2002]. Disponible en: <[http://www.fortaleza.gobierno.pr/plan\\_de\\_gobierno/nueva\\_vida.htm](http://www.fortaleza.gobierno.pr/plan_de_gobierno/nueva_vida.htm)>.
- Irizarry Mora, E. 2001. *Economía de Puerto Rico: evolución y perspectivas*. México: Thompson Learning, Inc.
- Joaristi Olariaga, L. y Lizasoain Hernández, L. 1999. *Análisis de correspondencias*. Madrid: La Muralla.
- Lawani, S. M. 1986. Some bibliometrics correlates of quality in scientific research. *Scientometrics* 9(1-2): 13-25.
- López Piñero, J. M. y Terrada, M. L. 1992. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (II). La comunicación científica en las distintas áreas de las ciencias médicas. *Medicina Clínica (Barc.)* 98: 101-106.
- Moed, H., Burger, W. J. M., Frankfort, J. G. y Van Raan, A. F. J. 1985. The application of bibliometric indicators: Important field and time-dependent factors to be considered. *Scientometrics* 8: 177-203.
- Nagpaul, P. S., y Sharma, L. 1995. Science in the eighties: A typology of countries based on inter-filed priorities. *Scientometrics* 34: 263–283.
- Ojasoo, T., Maisonneuve, H., y Doré, J.C. 2001. Evaluating publication trends in clinical research: How reliable are medical databases?. *Scientometrics* 50 (3): 391–404.
- Okubo, Y., Doré, J.C., Ojasoo, T., y Miquel, J.F. 1998. A multivariate

analysis of publication trends in the 1980s with special reference to South-East Asia. *Scientometrics* 41: 273–289.

- Ortiz Rivera, L.A. 2003. Estudio bibliométrico de la producción científica de autores pertenecientes a instituciones puertorriqueñas en el *Science Citation Index* durante el período 1980-1998. Tesis doctoral. 431p
- Sanz Casado, E. 1995. Estudio bibliométrico de la producción científica de los recintos de Río Piedras y Mayagüez del Departamento de Química de la Universidad de Puerto Rico, durante el período 1989-1994. Río Piedras (Puerto Rico): Universidad de Puerto Rico.
- Sanz Casado, E.; Martín Moreno, C.; García Zorita, C.; Lascurain Sánchez, M. L. y Suárez Balseiro, C. A. 2002a. Propuesta metodológica para el estudio y evaluación de disciplinas científicas: el caso de Biblioteconomía y Documentación. En: Morán Suárez, M. A. y Rodríguez López, M. C. *La documentación para la investigación. Homenaje a José Antonio Martín Fuertes* (II). León: Universidad, Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Sanz Casado, E.; Suárez Balseiro, C. A.; García Zorita, C.; Martín Moreno, C. y Lascurain Sánchez, M. L. 2002b. Metric Studies of Information: An Approach Towards a Practical Teaching Method. *Education for Information* 20 (2): 133-144.
- Sotolongo Aguilar, G.; Suárez Balseiro, C. y Guzmán Sánchez, M. V. 2000. Modular Bibliometric Information System with Proprietary Software: A Versatile Approach to Bibliometric Research Tools. *Library and Information Science Research Electronic Journal* 10 (2). Disponible en: <<http://libres.curtin.edu.au/>>.