

Dinámicas en la publicación/producción científica urbana: un análisis para las principales ciudades del mundo (1981-2002)

Josep ROCA CLADERA & Carlos MARMOLEJO DUARTE

Director del Centro de Política de Suelo y Valoraciones y Catedrático de Arquitectura Legal.
Profesor asociado e Investigador del Centro de Política de Suelo y Valoraciones. Universidad Politécnica de Cataluña.

RESUMEN: Las ciudades son, por excelencia los centros de producción y difusión de conocimiento. El número de contribuciones científicas de los autores localizados en cada ciudad depende de diversos factores, incardinados tanto en la esfera macroeconómica como en la socioeconómica; asimismo tienen influencia otros factores relacionados con el tamaño de la ciudad, la existencia de un tejido científico consolidado, de infraestructuras del conocimiento y de la posición que la ciudad guarda en la red global de la cooperación científica. Esta investigación, a través de información del SCI-E, pretende contribuir a esclarecer el posicionamiento que tienen las principales ciudades en la escena de la publicación científica global; así como explorar los cambios en las tendencias experimentadas en el periodo comprendido entre 1981 y 2002. Los datos sugieren un proceso de cambio caracterizado por una concentración tendencial de las publicaciones en el mundo metropolitano, así como por una progresiva descentralización de la publicación científica, desde las grandes megalópolis hacia las ciudades de talla mediana. Sin embargo, aún subsiste la incógnita sobre si esta aparente convergencia responde a un proceso real de democratización de la producción científica en el mundo metropolitano, o viene determinada por factores no afiliados de manera estricta al incremento de la misma.

DESCRIPTORES: Bibliometría. Ciudad del conocimiento. Publicaciones científicas.

I. INTRODUCCIÓN: CIUDAD Y CIENCIA

La importancia del papel de las ciudades en la producción del conocimiento, y más concretamente, el relacionado con la actividad científica es innegable. La relación entre la producción científica y el espacio geográfico en el que se inscribe ha sido ampliamente estudiada (SIMMIE & LEVER, 2002). La existencia de economías de aglomeración y escala, como podría ser, por ejemplo, la disponibilidad de personal altamente cualificado, los *spill overs* de

conocimiento, la generación de vínculos localizados de cooperación, o la factibilidad de que existan infraestructuras orientadas a la investigación científica (JAFFE, 1989; JAFFE & TRAJTENBERG & al., 1993), han favorecido la concentración espacial de la producción del conocimiento en ciertos puntos del orbe. La existencia de aglomeraciones no es una condición suficiente para la generación de investigación científica, incluso, en ocasiones, la existencia de economías de escala y aglomeración no se ha visto empíricamente correlacionada con la

Recibido: 31.08.2005. Revisado: 09.08.2006.
e-mail: carlos.marmolejo@upc.edu

Los autores quieren agradecer públicamente la colaboración de Adriana Solórzano en la recopilación de los datos utilizados en este artículo. Asimismo agradecen a los revisores del primer manuscrito enviado las inestimables críticas que han ayudado, sin duda, a madurar las ideas contenidas en este trabajo.

productividad científica, como lo ha documentado BONACCORSI & DARAIO & *al.* (2006) para el caso italiano. Inonu (2003) ha clasificado en dos categorías los factores necesarios para motivar la producción científica: los económicos, relacionados con el ingreso, el producto interno bruto, la distribución de la renta, etc.; así como los no-económicos, como el sistema educativo, la tradición histórica, la influencia cultural nacional y supranacional, la financiación pública, la política científica de las regiones, y la existencia de una cultura empresarial orientada al I+D. Así, puede decirse que las aglomeraciones urbanas tienden a caracterizarse por su alta producción científica siempre y cuando estén ubicadas en el contexto económico y sociocultural correcto. Es importante señalar que ambos aspectos tienden a variar considerablemente incluso dentro de un mismo país.

Si bien es cierto que, desde una perspectiva histórica, en las ciudades se han acuñado los logros científicos más relevantes, los cambios acontecidos tras la caída de los sistemas de producción fordista han producido una importante reestructuración de la base económica urbana. Este proceso de transformación ha sido más evidente en las ciudades que han descentralizado sus sistemas de producción manufacturera y de distribución de bienes, conservando, al mismo tiempo, la gestión de la dirección, la investigación y, en algunos casos, el desarrollo. Estas ciudades pertenecientes, por lo general, a los países “industrializados” han volcado buena parte de sus recursos hacia la generación de conocimiento como principal patrimonio (GRAHAM, 2002); acuñando con ello la noción de “la ciudad basada en el conocimiento” (SIMMIE & LEVER, 2002). Así, la generación de conocimiento ha sido vista como una oportunidad estratégica para mantener el liderazgo de “la ciudad postindustrial” tal como han sugerido SIMMIE & SENNETT & *al.* (2002), basados en el estudio de 19 regiones europeas; en dicho trabajo se han encontrado indicios que permiten sugerir una correlación entre la capacidad de producción de conocimiento y el crecimiento económico a través de su implementación tecnológica. Sin embargo, aunque la concomitancia entre ambos hechos no pueda ser negada, no existe una clara relación entre qué actúa como causa y qué

actúa como efecto. Sobre este último respecto BERNARDES & ALBUQUERQUE (2003) han sugerido que en los países menos desarrollados no tiene lugar ni el modelo lineal de crecimiento ciencia-tecnología, ni el inverso, tecnología-ciencia, sino otro más complejo de relaciones iterativas entre ambos campos. En los países más desarrollados, en cambio, sí que suele ser frecuente que el modelo de crecimiento tecnológico impulsado por el científico esté presente (NELSON & ROSENBERG, 1993).

En el contexto económico actual, caracterizado por interrelaciones de alcance internacional, al igual que ocurre con las relaciones financieras y comerciales, las interacciones científicas y científico-tecnológicas tienden también a globalizarse. OKUBO & SJOBERG (2000) han documentado, para el caso de Suecia, la progresivamente creciente cooperación de empresas foráneas con instituciones científicas suecas, y viceversa. En este sentido, el éxito de las ciudades como productoras de conocimiento depende no sólo de las ventajas locales que puedan ofrecer sino también del posicionamiento de éstas como nodos de intercambio de conocimiento de largo alcance (SIMMIE, 2002). Factores como la proximidad (potenciada no sólo por la ubicación geográfica, sino sobre todo, por las infraestructuras de transporte), la lengua, nacionalidad, la pertenencia a un mismo bloque económico, las migraciones históricas, la religión e incluso la afinidad cultural están detrás de los vínculos que se entretienen en la red de colaboración científica y que permiten que ciudades como Londres, el Área de la Bahía de San Francisco, el Área de la Bahía de Tokio o París se consoliden como nodos globales de producción científica (MATTHIESSEN & SCHWARZ & *al.*, 2002).

El objetivo de este artículo es explorar el posicionamiento de las principales ciudades del mundo como contribuidoras a la generación de conocimiento mediante el análisis de sus publicaciones científicas. Por tal motivo, se ofrece un análisis bibliométrico basado en el número de contribuciones que cada ciudad ha realizado a las publicaciones indexadas por el SCI-E de 1981 al año 2002. La imagen estática permite clasificar a las urbes en función del número de contribuciones y la imagen dinámica desvela las tendencias en la transformación de la

geografía de la investigación global, y de los cambios en las prácticas de difusión del conocimiento. En dicha transfiguración se observan dos fenómenos coexistentes: el primero de ellos consiste en la concentración progresiva de la publicación científica en el mundo metropolitano respecto al resto de territorios no metropolitanizados, mientras que el segundo sugiere un proceso de descentralización relativa dentro de la producción científica metropolitana, mediante el cual las grandes ciudades productoras han comenzado a ceder su protagonismo a las ciudades de publicación media. Detrás de esta transformación está no sólo la emergencia de algunos centros de investigación, como los del sureste asiático o del mediterráneo europeo, sino también cuestiones relacionadas con aspectos simplemente técnicos (la expansión de la cobertura del SCI-E), o con cambios en la cultura de la difusión del conocimiento (como la mayor presión por publicar en revistas indexadas).

El artículo se organiza como sigue: primero se describen someramente las ciencias, que guardan relación con el estudio de la producción científica, con el objeto de delimitar el alcance de la bibliometría en el estudio de dicha producción; enseguida se detalla la metodología utilizada así como sus alcances y limitaciones; después se analiza el posicionamiento de las ciudades en función del número de contribuciones científicas indexadas, y finalmente se analizan las tendencias observadas en la divulgación científica en el periodo comprendido entre 1981-2001 y se discuten algunos elementos que pueden estar detrás de la reconfiguración de la escena global de las publicaciones científicas.

2. BIBLIOMETRÍA, CIENCIOMETRÍA E INFOMETRÍA Y EL ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LAS CIUDADES

El término más antiguo, y difundido, en el estudio de la producción científica es el de bibliometría; sin embargo, de manera más reciente han aparecido ramas específicas del conocimiento que también guardan cierta relación con la métrica de la generación del conocimiento, como la cienciometría y la infometría.

Si bien es cierto que los antecedentes de la bibliometría anclan sus raíces más remotas en los índices de citas hebreos del siglo XII (WEINBERG, 1997), el término propiamente dicho es atribuible a PRITCHART (1969), y es heredero de la antigua técnica de la estadística bibliográfica. Con posterioridad, han aparecido otros términos relacionados, también, con la métrica de los avances en el conocimiento y su aplicación, como el de cienciometría, consolidado a partir de 1978 con la fundación de la revista *Scientometrics*, o el de infometría propuesto en 1979 a partir del término germano de "infometría".

Puede decirse que la bibliometría está relacionada con el estudio cuantitativo, a través de la aplicación de métodos estadísticos, de varias facetas de las unidades bibliográficas con independencia del medio que les da soporte. Por su parte la cienciometría consiste no sólo en el estudio cuantitativo de la ciencia sino también de la tecnología, por cuanto ésta está estrechamente vinculada con la aplicación del conocimiento científico en el desarrollo tecnológico y económico. Finalmente el término infometría tiene un carácter más general y podría englobar perfectamente a los dos anteriores, sin embargo su uso es defendido por los expertos en el área de las ciencias de la información. La infometría analiza, además de los registros bibliográficos y las patentes de producción tecnológica, toda clase de información incluso la que se transmite por medios no formales, en espectros no científicos y fuera de círculos académicos o productivos (HOOD & WILSON, 2001). Además de estas tres métricas han aparecido otras de carácter más específico como la librometría, preocupada por los procesos logísticos que ocurren al interior de las bibliotecas, o la métrica de la web, relacionada con las referencias de trabajos científicos fuera de los circuitos tradicionales de citación (VAUGHAN & SHAW, 2003).

Por tanto, el estudio de la producción científica de las ciudades sólo desde la perspectiva de la bibliometría, como se plantea en este trabajo, deja fuera importantes matices como la transferencia tecnológica de dicho conocimiento o el estudio de los circuitos no formales a través de los cuales discurren relaciones cognitivas trascendentales.

Sin embargo, la bibliometría es, de las tres métricas descritas, la de mayor importancia por lo que se refiere al número de publicaciones. Sólo hace falta mirar el contenido de algunas revistas especializadas en la materia como, entre otras: *Scientometrics*, *Journal of Information Science*, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *Information Systems*, o la *Revista General de Información y Documentación*, para tener una idea del amplísimo alcance de los estudios bibliométricos, sobre todo relacionados con campos del conocimiento muy concretos y para geografías bastante delimitadas. Llama poderosamente la atención, empero, la relativamente escasa documentación de las dinámicas comparadas que siguen las ciudades en la producción de conocimiento. Trabajos como los de JAFFE & TRAJTENBERG & al. (1993), MATTHIESSEN & SCHWARZ & al. (2002), y LEYDESDORFF & JIN (2005) representan verdaderas excepciones, porque abordan el tema desde una perspectiva geográfica.

3. METODOLOGÍA, ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INFORMACIÓN USADA

A partir de la última mitad del siglo XX se han realizado importantes esfuerzos de cara a poseer un registro fiable de la producción científica. En este sentido la construcción de bases de datos sólidas ha sido fundamental; como los índices acuñados por el Instituto para la Información Científica (ISI)¹ que son principalmente tres: el *Science Citation Index Expanded*[®] (SCI-E), el *Social Sciences Citation Index*[®] (SSCI), y el *Arts & Humanities Citation Index*[™] (A&H). Dichos índices están especializados en las ciencias naturales, sociales y en las humanidades respectivamente. El segundo esfuerzo ha consistido en crear instrumentos capaces de explotar la información contenida en dichas bases, y que a la vez, permitan construir indicadores para mensurar la actividad científica. A este respecto el propio ISI ha creado diversos índices que permiten evaluar

¹ Fundado de la mano de Eugene Garfield en 1958, el ISI tiene por objeto recoger y sistematizar las publicaciones realizadas en distintas esferas del conocimiento científico de cara a agilizar su acceso a la comunidad investigadora.

el rendimiento cuantitativo y cualitativo a diversas escalas que van desde el autor hasta el país de radicación².

Los indicadores cuantitativos están basados en la producción nominal de publicaciones; sobre este respecto se pueden hacer algunas matizaciones, como cuantificar la extensión de cada publicación ponderada por el prestigio que tiene la revista en la cual se publica, en el entendido de que cuanto más prestigio tenga dicha revista, más escrupulosa y excluyente es la evaluación por parte del comité editorial (SURIÑACH, 2002). Sin embargo, existe por lo común una renuencia general a adoptar medidas exclusivamente cuantitativas (VELÁSQUEZ, 2002). Aunque su utilización cobra validez cuando se plantean ejercicios de tendencias como los aquí expuestos, y los resultados se asimilan con la debida prudencia.

Mientras que la evaluación cuantitativa se realiza con relativa presteza, pero con algunos problemas técnicos a la hora de depurar los datos, la cualitativa se basa en el impacto que las distintas publicaciones contenidas en los índices provocan en la propia esfera científica; los índices de impacto y de inmediatez implementados por el ISI son algunos ejemplos, que, sin embargo, no están exentos de problemas. De manera paralela a los productos elaborados por el propio ISI se han propuesto indicadores más avanzados, que desafortunadamente no han logrado una implantación plena, tal como han puesto de relieve GLANZEL & MOED (2002).

Los datos utilizados en este estudio son los contenidos en el Índice de Citación Científica Expandido³ (*Science Citation Index Expanded*, SCI-E). Dicha base de datos indexa la publicación de 5.900 revistas científicas, en un espectro que cubre más de 150 disciplinas, según lo informa el propio ISI

² Véase, por ejemplo, *ISI Essentials Indicators*[®], y otras publicaciones como el *Science Watch*[®], *InCities*[®] o el *Journal Citation Reports*[®].

³ Dicha base de datos indexa la publicación de 5.900 revistas científicas, en un espectro que cubre más de 150 disciplinas. A diferencia de su análogo el Science Science Index SCI, el SCI-Ese entrega a través de un servidor web y es actualizado semanalmente. Dado a que existe una actualización semanal del Índice, los datos varían en atención a las reclamaciones y correcciones realizadas por los propios autores y por las revistas con entregas retrasadas. Por tanto, la información del año 2002, que ha sido explotada en abril de 2003, puede tener variaciones.

(<http://scientific.thomson.com/products/scie/>). El SCI-E posee la notoriedad de incorporar una rigurosa selección de publicaciones especializadas en distintas disciplinas, lo que lo convierte en una base ideal de cara a la construcción de indicadores bibliométricos (ZUMELZU & PRESMANES, 2003). El SCI-E proporciona información bibliográfica de publicaciones realizadas desde 1900. Algunas de las disciplinas cubiertas son: agricultura, astronomía, bioquímica, biología, biotecnología, química, ciencias de la computación, ciencias de los materiales, matemáticas, medicina, neurociencia, oncología, pediatría, farmacología, física, ciencia de las plantas, psiquiatría, cirugía, veterinaria y zoología; por lo que es evidente su filiación directa con el SCI. A diferencia de su análogo el *Science Science Index*, SCI, el SCI-E se distribuye a través de un servidor sobre Internet y es actualizado semanalmente. Dado a que existe una actualización semanal del Índice, los datos varían en el tiempo en función de las reclamaciones y correcciones realizadas por los propios autores y por las revistas con entregas retrasadas. De los tres índices principales del ISI (SSCI, A&H, SCI-E), el SCI-E capturó, en el año 2002, el 89% de toda la información procesada para las ciudades aquí estudiadas.

La información utilizada en este estudio ha sido recuperada a través del ISI *Web of Science*[®]. Las fuentes estudiadas son todas las revistas indexadas en el momento de la consulta y todas las publicaciones disponibles, a saber: artículos, revisiones de libros, resúmenes, documentos de trabajo, cronologías, aclaraciones, entre otras. La unidad de estudio es la *contribución-ciudad*, obtenida a partir de la dirección postal que el autor ha declarado en la publicación. Si una publicación está escrita por dos o más autores (coautorías) localizados en dos o más ciudades, entonces entendemos que cada ciudad ha realizado una contribución en tal producción. Por tanto, existirán más contribuciones que no publicaciones atendiendo a la existencia de colaboración entre autores de distintas ciudades. Para efectuar el análisis dinámico, se ha realizado 6 capturas de información, referentes a la publicación de 6 años: 1981, 1986, 1991, 1996, 2001 y 2002, todas ellas con fecha de abril del 2003.

Las limitaciones de la información del presente estudio pueden resumirse en cinco puntos:

1. *Parcialidad en el análisis de la producción científica*. La producción científica analizada sólo es la contenida en el ISI-E con lo cual toda la producción que no culmina en publicaciones, como la orientada a la transferencia de tecnología, queda fuera del análisis, como también queda excluida toda la producción publicada en revistas no indexadas por el ISI, recuérdese que dicho Instituto, basado en la Ley de Bradford, sólo indexa las revistas que *él mismo* considera más relevantes para la ciencia y la tecnología. En este sentido toda la producción científica de las revistas que están en proceso de inclusión también queda fuera del estudio, o aquellas que están indexadas por sistemas alternativos propios de cada país, región, o área temática. Finalmente señalar que algunos temas de interés local no suelen trascender a las revistas internacionales, por carecer de aportaciones generalizables.
2. *Parcialidad temática de la producción científica*. Otro de los aspectos que limita el alcance del estudio es que sólo se consideran las áreas del conocimiento englobadas por el SCI-E, con lo cual tanto las ciencias sociales como las artes y humanidades quedan excluidas. Este problema se magnifica si se considera que existen ciudades, que por la temática de su producción científica, están especializadas precisamente en estos temas.
3. *Variación temporal de la cobertura del SCI-E*. Cada año el ISI evalúa cerca de 2.000 revistas, de las cuales incorpora entre un 10-12% (<http://scientific.thomson.com/frees/essays/selectionofmaterial/>), por lo que la cobertura varía de una forma no lineal entre las ciudades estudiadas. Por tanto, parte de la variación espacial de la producción ha de atribuirse a la expansión progresiva de la cobertura del SCI-E⁴.

⁴ Sin embargo, una vez decidida la incorporación de una revista, se procede a incluir la totalidad de la misma, incluidos los números ya publicados. En este sentido la progresiva generalización del SCI-E redundará en una tendencial ganancia de representatividad de la muestra estudiada.

4. *Distribución espacial de la cobertura del SCI-E*. Por otra parte están los sesgos introducidos por el hecho de que la mayor parte de las publicaciones indexadas son anglosajonas. De hecho el ISI sólo indexa las revistas cuyos contenidos tienen (como mínimo) en inglés: el título, el resumen, y los descriptores clave.
5. *Localización del autor*. Los datos autodeclarados por los autores no garantizan que efectivamente la investigación que da origen a la publicación se haya realizado en la ciudad declarada⁵, debido que la dirección facilitada puede ser la oficial o la que les resulta más conveniente.

Por tanto, los resultados sólo son válidos a efectos indicativos, porque las publicaciones analizadas son indicadores imperfectos de la producción científica urbana.

4. POSICIONAMIENTO DE LAS PRINCIPALES CIUDADES DEL MUNDO SEGÚN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA REGISTRADA POR EL SCI-E

En primera instancia se ofrece un análisis que permite conocer el posicionamiento de las ciudades en función de las publicaciones registradas por el SCI-E-2002. Se han diferenciado dos grandes bloques de ciudades: un primer grupo de publicación “extraordinaria”, es decir, aquellas ciudades cuya producción queda por encima $+3,8\sigma$, así como un segundo de producción estándar, cuyo nivel de publicación está por debajo del límite anterior. En el interior de cada bloque o grupo se han distinguido distintos subgrupos, tal como se detalla en la FIG. 1⁶.

En el año 2002, Tokio con 23.148 contribuciones lidera el primer bloque de producción extraordinaria, seguido por

Londres con 22.536. Luego en el rango de menos de 20.000 contribuciones y más de 10.000, es decir el segundo subgrupo de ciudades de publicación ‘extraordinaria’, encontramos a Nueva York (15.441), París (15.383), Boston (14.933), Moscú (14.032) y Pekín (12.038). Es decir que en las 7 primeras “capitales del conocimiento” se concentra el 28% de la suma de contribuciones de las 75 ciudades y un 12% del global de las publicaciones del SCI-E. Lo anterior apoya la tesis de SASSEN (1991) respecto a la capitalidad de Nueva York, Londres y Tokio como grandes emporios comerciales y financieros, y sobre todo, como grandes centros de generación de conocimiento, o al menos de su difusión. En este sentido, Londres ha sido caracterizado por Matthiessen, Schwarz *et al.* (2002) como el principal nodo global en la red de cooperación científica internacional, seguido unos sitios más atrás, por Tokio y Nueva York. Por otro lado, la incursión de Pekín en esta selecta elite de ciudades sugiere una transfiguración en las pautas de publicación de material científico indexado por la fuente.

La segunda “liga” está formada por cuatro subgrupos de producción estándar:

- El primer subgrupo alberga a las ciudades cuya contribución se sitúa en el rango de los 7.000 a los 10.000 registros. La lista está encabezada por Osaka (9.432) e incluye varias ciudades capitales como Seúl (9.305), Berlín (7.928), Madrid (7.621) y Roma (7.239); así como 6 ciudades norteamericanas con una trayectoria científica consolidada como Los Ángeles (9.175), Baltimore (9.146), Filadelfia (9.083), Chicago (8.489), Houston (8.237), y Cambridge (7.056). Estas 12 ciudades acaparan un 24% de las publicaciones del conjunto de las 75 ciudades y un 10% del global del SCI-E.
- El segundo subgrupo está integrado por un conjunto de ciudades que pueden ser

⁵ En este trabajo se ha utilizado como base de análisis la ciudad central, no las áreas metropolitanas. La dificultad de obtener una metodología unificada para la delimitación de los respectivos ámbitos metropolitanos aplicable al conjunto de ciudades estudiado, ha recomendado limitar el estudio a los núcleos centrales de las metrópolis, aún a costa de infravalorar, en su caso, alguna de ellas. Especialmente ámbitos como Boston-Cambridge, o San Francisco-Palo Alto pueden verse afectados. En este caso se ha preferido incluir como ámbitos independientes las mencionadas ciudades-universitarias, así como otros grandes centros caracterizados por la excelencia de su labor investigadora (como, por ejemplo, Oxford o Cambridge-UK).

⁶ Dicha clasificación se ha realizado con las contribuciones-ciudad indexadas en el SCI-E en el año 2002. La segmentación es el resultado de la comparación de dos análisis, uno de conglomerados jerárquicos y otro de distribución normal. Debido a la existencia de ciudades cuyo nivel de publicación sale de los límites normales, se procedió a clasificarlas como de producción “extraordinaria”, distinguiendo dentro de ellas dos subgrupos. La subdivisión de las ciudades de producción estándar en cuatro categorías responde a un análisis de distribución normal y de desviación estándar.

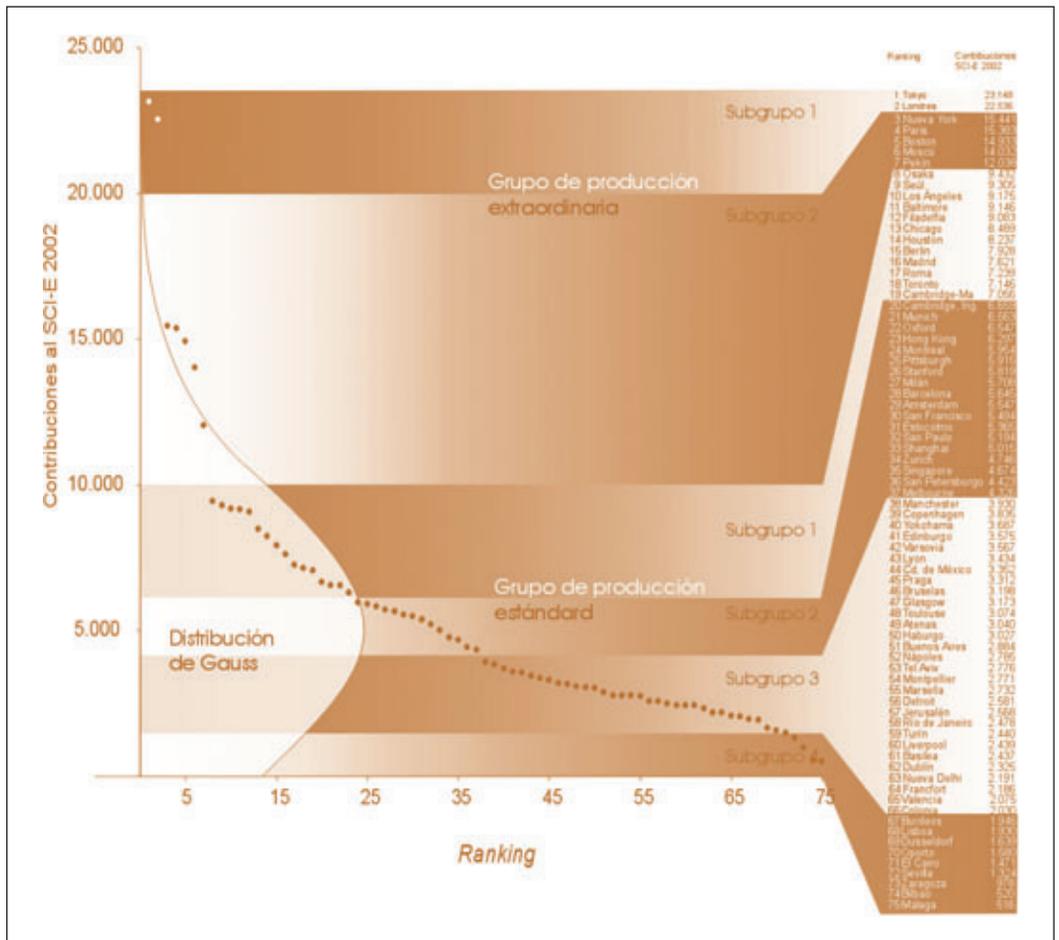


FIG. 1. Clasificación de las ciudades y nivel de publicación en el SCI-E en el año 2002

Fuente: Elaboración propia con base en la información del SCI-E.

denominadas “de producción media”, cuyo rango de contribución se sitúa entre los 4.000 y 6.999 registros; este subgrupo se conforma por 18 ciudades, de las cuales: 9 son europeas, 5 americanas, 3 asiáticas y una de Oceanía. En él destacan los centros universitarios por excelencia como Oxford y Cambridge en Inglaterra, y el de Stanford en Palo Alto (EEUU).

Asimismo, Milán, Barcelona, Shanghai, Hong Kong, San Petersburgo, Zurich, y Sao Paulo, cuyo crecimiento reciente le ha merecido la inscripción en esta categoría.

- En un tercer subgrupo se hallan 29 ciudades con contribuciones comprendidas en el rango de 2.000 a 3.999 registros. Dichas ciudades son, junto con las del segundo subgrupo, las que poseen las tasas de crecimiento más acusadas. Este

conjunto está formado por ciudades como Manchester, Copenhague, Varsovia, Bruselas, Praga; y también Toulouse, Nápoles, Marsella, Turín y Valencia. Estas últimas forman, junto con Barcelona y Milán, el Arco Mediterráneo, una de las regiones de mayor emergencia del sur europeo. Asimismo, se encuentran otras ciudades con un menor desarrollo económico como Ciudad de México, Atenas, y Buenos Aires.

- Finalmente está el subgrupo de las pequeñas publicadoras, 9 ciudades cuya contribución es menor a los 2.000 registros. Dentro de ellas están: Burdeos, Lisboa, Oporto, El Cairo, así como 4 capitales de las 7 principales áreas metropolitanas españolas (Sevilla, Zaragoza, Bilbao y Málaga).

Esta primera lectura se complementa con un análisis dinámico en el que se considera la evolución de la producción en las últimas dos décadas. La tabla 1 detalla el aumento de la producción tanto en términos absolutos (el cambio en el número de contribuciones entre 1981 y 2002) como en términos relativos (expresado como el porcentaje que ese cambio significa con respecto a la producción del año inicio).

A través de un análisis de conglomeración de K-medias, las ciudades han sido clasificadas en 5 grupos de acuerdo a la evolución denotada en este periodo, tanto en términos absolutos como relativos como se ilustra en la FIG.2. Estos grupos son:

- El primer conglomerado, de crecimiento alto, sólo está formado por Seúl, ciudad que en los 20 años que se estudian aquí

ha tenido una importantísima apertura dentro de la red de generación de conocimiento, habiendo pasado, dentro de nuestra muestra de ciudades, del lugar 68 al 9, con un incremento neto de 9.085 contribuciones.

- El segundo conglomerado, de crecimiento medio alto, está compuesto por Tokio y Beijing; Tokio se ha convertido en el líder global de la publicación científica indexada en el SCI-E, escalando 3 posiciones del ranking y dejando atrás a Nueva York, Moscú y más recientemente a Londres. Por su parte Beijing ha tenido un incremento espectacular que en términos relativos es 10,2 veces superior al de Tokio, esto le ha permitido escalar 52 posiciones.
- El tercer conglomerado, de crecimiento medio, está integrado por 12 ciudades

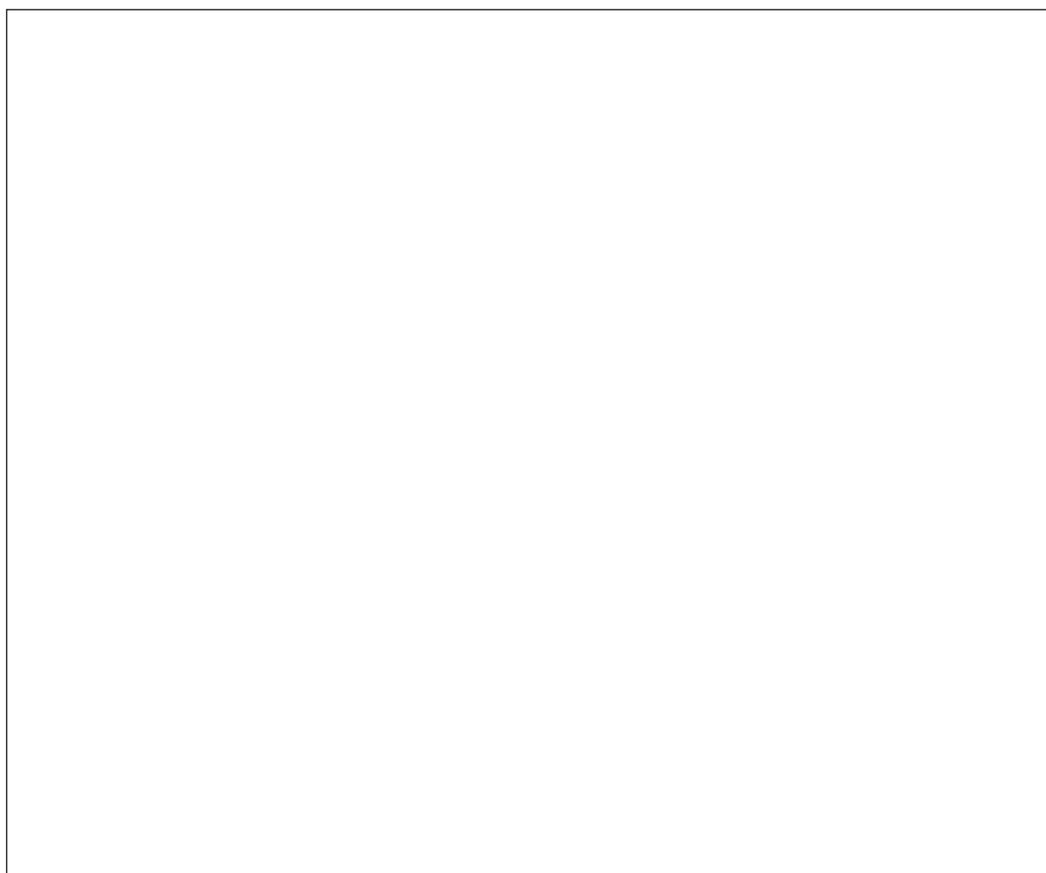


FIG. 2. Crecimiento de la publicación en el SCI-E en términos absolutos y relativos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información del SCI-E.

FIG. 3. Evolución de la publicación 1981-2002

Fuente: Elaboración propia SCI-E 1981-2002.

- entre las que se cuentan: 5 europeas (Londres, Madrid, París, Roma y Barcelona), 3 estadounidenses (Boston, Baltimore y Nueva York) y 4 asiáticas (Kowloon, Osaka, Shangai y Singapur).
- El cuarto conglomerado, está formado por 20 ciudades de crecimiento medio bajo, de las cuales 8 son europeas (como Oxford, Berlín, Ámsterdam, Milán, o Zurich), 8 son norteamericanas (como Houston, Toronto, Filadelfia, Los Ángeles, o Chicago), 2 son iberoamericanas (Ciudad de México y São Paulo), así como también Yokohama y Melbourne.
 - Finalmente el quinto conglomerado engloba a las ciudades con un crecimiento bajo. Este es el subgrupo más extenso al estar formado por 40 ciudades: 3 de ellas son estadounidenses (como San Francisco o Detroit); 31 europeas (como Nápoles, Varsovia, Lisboa, Turín, Dublín, Copenhague, Bruselas, Atenas, Frankfurt, o Moscú, ciudad que ha sido la única con un crecimiento negativo del 4%.); 3 asiáticas (Tel Aviv, Jerusalén, Nueva Delhi), 2 iberoamericanas (Río de Janeiro, y Buenos Aires) y finalmente el Cairo.

Estos crecimientos diferenciales dan pauta a suponer transfiguraciones si no en la geografía de la producción del conocimiento, si en las pautas de publicación y colaboración científica supralocal.

5. CAMBIOS EN LAS TENDENCIAS DE LA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA

En los últimos 21 años la publicación científica registrada por el SCI-E se ha incrementado 1,63 veces, denotando un crecimiento medio anual del 2,34%, esto ha originado que el total de publicaciones indexadas en el año 2002 haya alcanzado los 975.005 registros. Sin embargo, en el mismo periodo el crecimiento de las contribuciones de las 75 principales ciudades ha sido del 3,64% medio anual; lo que ha multiplicado 2,1 veces el número de contribuciones de 1981 alcanzando en el 2002 las 413.065 contribuciones (ver FIG. 3). Es decir que, la cuantía de contribuciones metropolitanas crece más que el global registrado por el SCI-E. En consecuencia en 1981 el 32,5% de las contribuciones globales se concentraban en

estas 75 metrópolis, mientras que en el año 2001 se había alcanzado una concentración del 42,2%.

De manera paralela al proceso de centralización global, se denota otro de reajuste interno dentro del grupo de ciudades aquí expuesto. Las ciudades de publicación extraordinaria, aquéllas que en el año 2002 situaban su participación por arriba de 10.000 contribuciones (una media de 16.787 por ciudad), han tenido, durante las dos últimas décadas, tasas de crecimiento menores que las ciudades de menos de 10.000 contribuciones. Por tanto existe un proceso de ajuste a escala intermetropolitana de la distribución de la actividad científica, o por lo menos una mejora de la equidad mediante la generación de vínculos de cooperación.

La FIG. 5 sintetiza en qué medida la producción científica continúa concentrándose en el mundo metropolitano y en qué cuantía ocurre el proceso de redistribución interno en dicho contexto geográfico:

- En primer término, se observa en el eje de las ordenadas, que todos los grupos de ciudades concentran de forma progresiva la actividad científica global. Las grandes productoras (con una contribución media de 16.787 por ciudad y año) son las que incrementan en menor medida esta concentración (+0,86 puntos porcentuales). Por su parte las ciudades de publicación media (6.658 contribuciones) son las que experimentan un crecimiento más acusado de la producción investigadora (+6,24 p.p.), mientras que las ciudades de publicación baja (2.251 contribuciones) tienen un incremento en la concentración global moderado (+2,75 p.p.).
- En segundo término, en el eje de las abscisas, se observa que dentro de las 75 ciudades existe un reajuste importante en la distribución de la investigación. En este sentido las grandes ciudades en términos de publicación, a pesar de que han ganado peso en la concentración global, han perdido 5,97 puntos porcentuales en la concentración intermetropolitana. La mayor parte de este peso (4,55 p.p.) ha sido ganado por las ciudades intermedias, mientras que sólo 1,42 p.p. han sido capturados por las ciudades de factura menor.

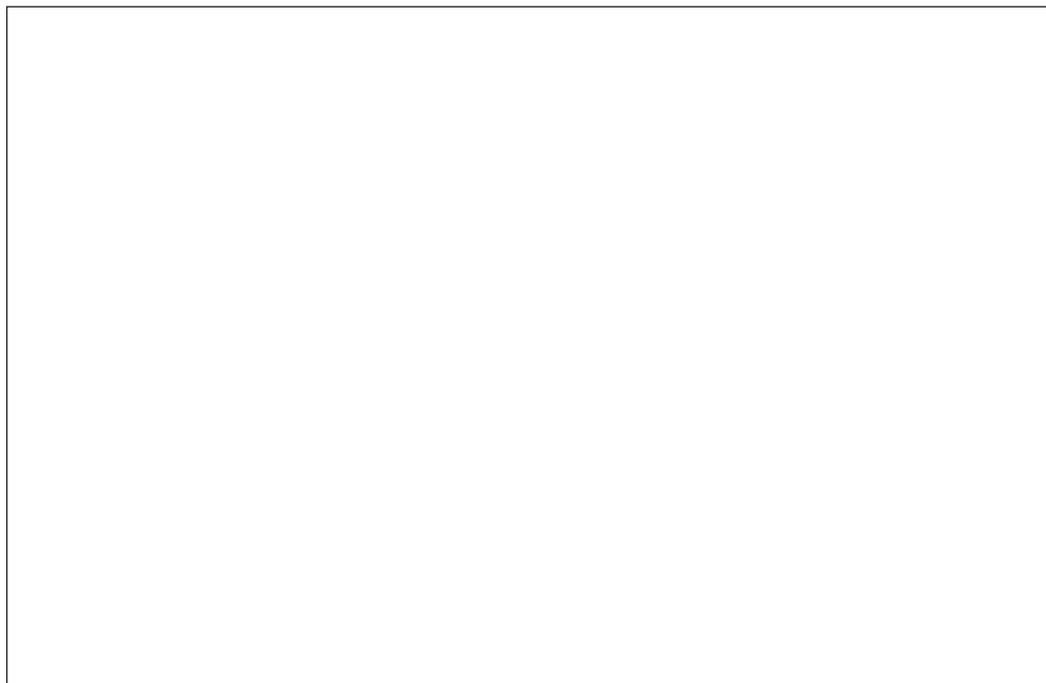


FIG. 4. Evolución de la publicación científica global registrada por el SCI-E y de las ciudades estudiadas

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información del SCI-E 1981-2002.

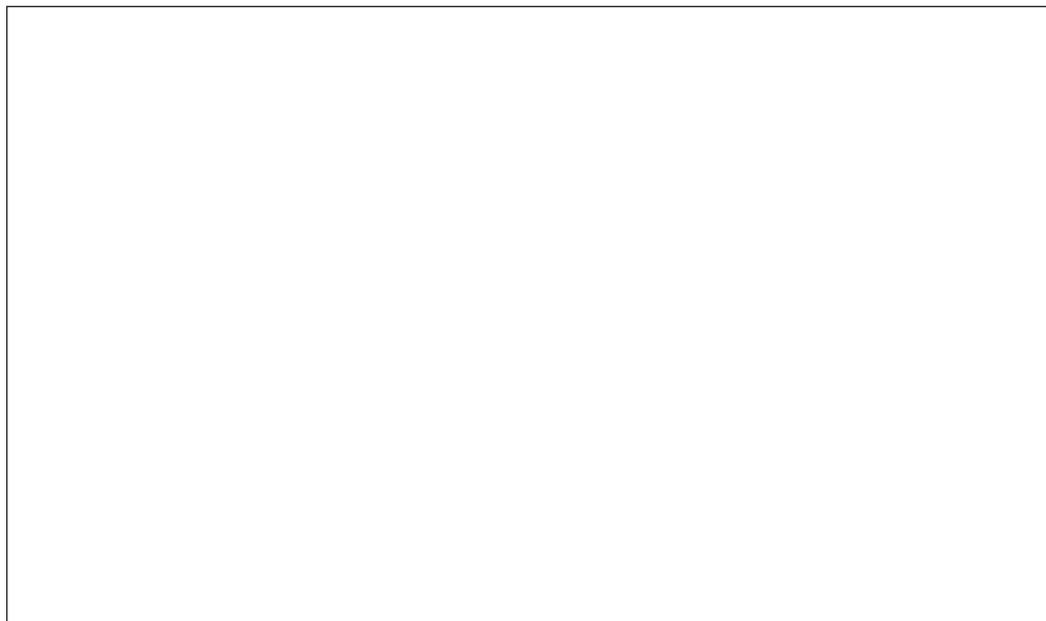


FIG. 5. Cambio en la concentración de la producción científica 1981-2002 (unidades: puntos porcentuales)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información del SCI-E 1981-2002.

FIG. 6. Evolución de la publicación científica por grupos de ciudades 1981-2002

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información del SCI-E 1981-2002.

Esta redistribución es consecuencia de los crecimientos diferenciales en la publicación científica registrada por el SCI-E. El grupo de ciudades de gran publicación (ext1 y ext2 de la FIG. 6), formado por 7 ciudades: 3 europeas, 2 norteamericanas, y 2 asiáticas (que en el año 2002 tuvieron más de 10.000 contribuciones) registraba en el año 1981 una participación del 34% de la publicación de las 75 ciudades y un 11% de la publicación global. En el año 2002 dicha participación se había reducido a un 28% de la publicación de las 75 ciudades e incrementado en un 12% de la publicación global. Estos comportamientos cruzados, explican parcialmente el fenómeno de centralización absoluta en el mundo metropolitano y de la aparente descentralización relativa hacia las metrópolis medianas en términos de publicación científica.

En un segundo nivel, aparece el grupo de ciudades de publicación estándar media (st 1 y st 2), compuesto por 30 ciudades: 12 europeas, 12 americanas, 5 asiáticas y 1 de Oceanía (que en el año 2002 tuvieron una contribución al SCI-E comprendida entre 4.000 y 10.000). Este grupo intermedio en 1981 contribuía con el 44% de la producción de las 75 ciudades y el 14% de la producción

global. Para el año 2002 ambos porcentajes de participación se habían incrementado, llegando a aportar el 48% de la producción de las 75 ciudades y el 20% del global de las publicaciones.

En un tercer nivel quedarían las ciudades de publicación estándar baja (st 3 y st 4), un grupo conformado por 31 ciudades europeas, 4 americanas, 2 asiáticas y El Cairo⁷. Éstas en el año 1981 contribuían con el 22% de la publicación de las 75 ciudades y el 7% de la publicación global, para el año 2002 esta participación había aumentado al 23% y 10% respectivamente.

En una segunda lectura los datos sugieren que las ciudades de los países en vías de desarrollo han registrado en lo que va de 1981 al año 2002⁸ un crecimiento medio anual del 4,4% en su publicación científica; mientras que, las ciudades de los países desarrollados dicho crecimiento ha sido del 3,5%; es decir, ha habido una, aparente, y ligera descentralización relativa hacia esa periferia científica. En este breve periodo ha habido un trasvase real en la concentración de la publicación científica de dichas esferas equivalente a 3 puntos porcentuales a favor de las ciudades de los países menos desarrollados.

⁷ Se consideran dentro de este grupo aquellas ciudades con una aportación, en el año 2002, menor a las 4.000 contribuciones. A estos efectos Tel Aviv y Jerusalén se han considerado europeas.

⁸ A estos efectos se ha considerado la clasificación de países propuesta por la Organización de las Naciones Unidas. Se ha incluido a Hong Kong dentro del grupo de las ciudades desarrolladas.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Hasta ahora se ha visto que el liderazgo en la publicación de artículos y otros documentos científicos se mantiene en un selecto club de ciudades globales, encabezado por Tokio, Londres y Nueva York. Sin embargo, el análisis dinámico ha sugerido que existe un proceso de reajuste en los patrones de publicación. Dicha transformación está caracterizada por dos subprocesos: 1) una concentración del número de contribuciones en el mundo metropolitano —desde la perspectiva y la limitación que brinda el panorama de las 75 ciudades estudiadas—; y 2) una redistribución en la cual las ciudades de mediana envergadura, ganan peso en la concentración de contribuciones en detrimento de las grandes ciudades. Es decir que existe, aparentemente, un proceso de convergencia en la dinámica de publicación de las ramas del conocimiento propias del SCI-E. Como resultado de esta dinámica, algunas ciudades como: Seúl, Osaka, Madrid, Barcelona, Hong Kong, Shanghai, Roma, Milán, o São Paulo, entre otras, emergen vigorosamente en el escenario de la publicación científica internacional. Existe, por tanto, una descentralización relativa hacia la periferia de la publicación científica.

Una forma de verificar la existencia de una eventual convergencia es la propuesta en la igualdad:

$$C_p = \frac{\sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}}}{\frac{\sum x}{n}}$$

donde:

C_p = es el índice de compacidad de un año determinado,

x = el número de contribuciones de cada ciudad del mismo año, y

n = el número de ciudades estudiadas.

en la cual las desviaciones estándares están normalizadas por la publicación media del conjunto de ciudades.

Previsiblemente, cuanto más grande es C_p , mayor es la inequidad en la distribución. Al aplicar (1) a la serie de datos temporales se

encuentra que C adopta los siguientes valores: $C_{1981} = 1,146$; $C_{1986} = 1,078$; $C_{1991} = 1,023$; $C_{1996} = 0,906$; $C_{2001} = 0,826$ y $C_{2002} = 0,812$. Lo anterior confirma la existencia de una, aparente, convergencia en el volumen de contribuciones. Otra discusión aparte es la relacionada con los factores que explican este proceso.

En un principio nuestro grupo de investigación entendía que, el proceso de convergencia del nivel de contribuciones en la *publicación* científica, representaba el inicio de una convergencia en la *producción* de conocimiento; indicando que se trataba de un síntoma de “—democratización— y redistribución geográfica de la actividad científica” (ROCA, 2002: 5). Sin embargo, esta afirmación debe matizarse a partir de la información analizada en este artículo así como por otras investigaciones. Diversos factores imposibilitan afirmar que un aumento en las contribuciones registradas por el SCI-E pueda atribuirse de manera lineal a un aumento en la actividad científica, y más generalmente, en la generación de conocimiento. Por ejemplo, la simple expansión del propio Índice impide garantizar que el incremento en la publicación se refiera a un incremento en la producción científica, podría tratarse de un simple incremento del material inventariado previamente existente; además es del todo seguro que la expansión del SCI-E no es un proceso uniforme a lo largo de todas las ciudades, en este sentido la lengua de las revistas constituye una frontera que impone sesgos importantes en la cobertura y expansión tanto del SCI-E, como del resto de productos del ISI. Asimismo, algunos autores han probado que aún en contextos recesivos de producción científica, caracterizados por reducciones absolutas del financiamiento y otros recursos, puede existir un incremento en el número de contribuciones por la simple generación de vínculos internacionales de cooperación (MENEHINI, 1996); en este sentido las políticas de la investigación públicas o de instituciones no gubernamentales juegan un papel trascendental. Por ejemplo entre 1991 y el 2000, según los datos del ISI el 5,33% de las publicaciones chilenas fueron firmadas en coautoría con investigadores radicados en España (ZUMELZU & PRESMANES, 2003). Además, existen campos emergentes de las

ciencias naturales, la tecnología y la física en donde la envergadura de las investigaciones facilita la escisión múltiple del trabajo de los superproyectos realizados, y esto suscita el fenómeno de la “hiperautoría” (CRONIN, 2001).

Por otro lado, existe una tendencia generalizada, tanto en el ámbito anglófono como en otros, en incrementar el nivel de publicaciones en revistas indexadas. Dicho cambio está relacionado con presiones originadas por motivos relacionados no sólo con la trayectoria curricular de los investigadores, sino también con el financiamiento de las propias instituciones en las que se inscriben. Sin embargo, la mayor difusión del conocimiento producido no significa una mayor calidad del mismo. BUTLER (2003) ha explicado, para el caso australiano, que la introducción de políticas de financiamiento público a la investigación científica basadas en la cantidad de artículos indexados ha tenido consecuencias negativas, como la dramática disminución de los índices de impacto de las publicaciones de dicho país.

En todo caso tanto el incremento en la participación científica internacional, ampliamente estudiado por Matthiessen y otros, como la difusión global del conocimiento a través de los índices especializados constituyen sendas transformaciones en las dinámicas de la publicación científica mundial. Mientras que el segundo aspecto está relacionado básicamente con la política de promoción de la investigación de las regiones, el primero está íntimamente relacionado con las

ciudades, al ser estas, a través de sus infraestructuras y capital humano, las que habilitan la interconexión global de los investigadores.

A pesar de los problemas que plantea el análisis bibliométrico de cara a la extracción de conclusiones sólidas, no puede negarse que existe una tendencia general a destinar cada vez más recursos tanto públicos como privados a las tareas relacionadas con la actividad científica y tecnológica. Desde la perspectiva pública, la inversión en I+D es una inversión estratégica encaminada a garantizar la permanencia de la actividad económica de las ciudades postindustriales; desde la perspectiva privada existe una emergencia clara de empresas interesadas en aplicar los resultados de la investigación. De acuerdo a los datos de los países miembros de la OCDE⁹ el número de investigadores a dedicación completa ha aumentado en un 45,45% en tan sólo 20 años: en 1981 por cada 1.000 personas activas había 4,4 mientras que en 1999 ya eran 6,4. Asimismo, el gasto total en I+D en relación al PIB de esos países en el mismo periodo se ha incrementado en un 13%. Además de estos fenómenos de cambio económico-estructural, existen otros de carácter económico-social, como la cultura, el nivel de formación de la población, la tradición científica y el posicionamiento de las ciudades en la red internacional de generación de conocimiento que pueden estar provocando no sólo una convergencia en los patrones de publicación sino, y sobre todo, una verdadera transfiguración de la geografía global de la producción científica.

BIBLIOGRAFÍA

- BERNARDES, A. T. & E. D. ALBUQUERQUE (2003): “Cross-over, thresholds, and interactions, between science and technology: lessons for less-developed countries”, *Research Policy*, 32 (5): 865-885.
- BONACCORSI, A. & C. DARAIO & L. SIMAR (2006): “Advanced indicators of productivity of universities. An application of robust nonparametric methods to Italian data”, *Scientometrics*, 66 (2): 389-410.
- BUTLER, L., (2003): “Explaining Australia’s increased share of ISI publications—the effects of a funding formula based on publication counts”, *Research Policy*, 32 (1): 143-155.
- CRONIN, B. (2001): “Hyperauthorship: A postmodern perversion or evidence of a structural shift in scholarly communication practices?”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52 (7): 558-569.
- GLANZEL, W. & H. F. MOED (2002): “Journal impact measures in bibliometric research”, *Scientometrics*, 53 (2): 171-193.
- HOOD, W. W. & C. S. WILSON (2001): “The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics”, *Scientometrics*, 52 (2): 291-314.
- INONU, E. (2003): “The influence of cultural factors on

⁹ Datos recogidos por la Estadística de I+D del Instituto Nacional de Estadística (www.ine.es).

- scientific production”, *Scientometrics*, 56 (1): 137-146.
- JAFFE, A. B. (1989): “Real Effects of Academic Research” *American Economic Review*, 79 (5): 957-970.
- JAFFE, A. B. & M. TRAJTENBERG & R. HENDERSON (1993): “Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations”, *Quarterly Journal of Economics*, 108 (3): 577-598.
- LEYDESORFF, L. & B. H. JIN (2005): “Mapping the Chinese Science Citation Database in terms of aggregated journal-journal relations”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56 (14): 1469-1479.
- MATTHIESSEN, C. W. & A. W. SCHWARZ & S. FIND (2002): “The top-level global research system, 1997-99: Centres, networks and nodality. An analysis based on bibliometric indicators”, *Urban Studies*, 39 (5-6): 903-927.
- MENEGHINI, R. (1996): “The key role of collaborative work in the growth of Brazilian science in the last ten years”, *Scientometrics*, 35 (3): 367-373.
- NELSON, R. & N. ROSENBERG (1993): “Technical innovation and national systems”, en: NELSON, R. (ed.), *National Innovation Systems: A comparative Analysis*: 3-21 Oxford University Press, Oxford.
- OKUBO, Y. & C. SJOBERG (2000): “The changing pattern of industrial scientific research collaboration in Sweden”, *Research Policy*, 29 (1): 81-98.
- PRITCHARD, A. (1969): “Statistical Bibliography Or Bibliometrics”, *Journal of Documentation*, 25 (4): 348-9.
- ROCA, J. (2002): “La Recerca a les Principals Ciutats del Mon: ¿Cap un Repartiment Mes Equilibrat de l'Activitat Científica?”, en www.upc.es/cpsv consultado el 15-5-2003.
- SASSEN, S. (1999): “La ciudad Global de Nueva York, Londres, Tokio, Buenos Aires”, Eudeba, Barcelona.
- SURINACH, J. & J. C. DUQUE & R. RAMOS & V. ROYUELA (2002): “La Investigación Regional en España: un Análisis Bibliométrico”, *Investigaciones Regionales*, N1: 107-138.
- SIMMIE, J. (2002): “Knowledge spillovers and reasons for the concentration of innovative SME”, *Urban Studies*, 39 (5-6): 885-902.
- & W. F. LEVER (2002): “Introduction: The knowledge-based city”, *Urban Studies*, 39 (5-6): 855-857.
- SIMMIE, J. & J. SENNETT & P. WOOD & D. HART (2002): “Innovation in Europe: A tale of networks, knowledge and trade in five cities”, *Regional Studies*, 36 (1): 47-64.
- VAUGHAN, L. & D. SHAW, (2003): “Bibliographic and web citations: What is the difference?”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54 (14): 1313-1322.
- VELÁSQUEZ, F. (2002): “El Impacto de las Revistas Científicas y Otros Medios de Difusión de la Investigación en Economía en España”, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid.
- WEINBERG, B. H. (1997): “The earliest Hebrew citation indexes”, *Journal of the American Society for Information Science*, 48 (4): 318-330.
- ZUMELZU, E. & B. PRESMANES (2003): “Scientific cooperation between Chile and Spain: Joint mainstream publications (1991-2000)”, *Scientometrics*, 58 (3): 547-558.

Ministerio de Vivienda

ATLAS ESTADÍSTICO DE LAS ÁREAS URBANAS EN ESPAÑA 2004

Delimitación y caracterización sociodemográfica de las
áreas urbanas en España



Imprescindible para geógrafos, estadísticos, urbanistas, sociólogos, etc. y todo estudioso que desee conocer la evolución y tipología de la estructura territorial cambiante de nuestros ámbitos urbanos y el detalle de su población, vivienda, estructura familiar y planeamiento

82 Grandes Áreas Urbanas y
269 Pequeñas Áreas Urbanas

Un total de 1.012 municipios, constituyen el mapa urbano español, descrito a través de más de 60 tablas, 600 gráficos y más de 100 mapas en 227 páginas a color
Formato: 29,5 cm x 34 cm

Pedidos: Librería del B.O.E.. C/Trafalgar, 27 Madrid.
Tfnº: 902365303, Fax: 915382122; e-mail: tienda@boe.es
P.V.P.: 57€ (I.V.A. incluido)
I.S.B.N.: 84-96387-06-2