

LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA LATINOAMERICANA Y LA CIENCIA MUNDIAL: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (1989-2003)*

Claudia Ríos Gómez^{**}
Víctor Herrero Solana^{***}

RESUMEN

Con el objetivo de tener una visión general del tratamiento bibliográfico que se ha venido dando a la producción científica latinoamericana y su aporte a la ciencia mundial, se comienza haciendo un análisis del estado de las revistas científicas de la región, tanto aquellas consideradas de corriente principal de la ciencia, como las que no. Se señalan algunas de las iniciativas y proyectos que han surgido para lograr una mayor visibilidad internacional y un mayor reconocimiento a nivel nacional de dichas publicaciones. Se mencionan algunos de los factores socio-económicos que están ligados con la producción científica de cada país y cual es la relación existente entre este tipo de indicadores y la producción. Por último, se trata el estado de la producción dentro de los principales campos científicos.

PALABRAS CLAVES: Producción científica / América Latina / Caribe / Bibliometría / Revistas científicas

RIOS GÓMEZ, Claudia y HERRERO SOLANA, Víctor. *La producción científica latinoamericana y la ciencia mundial: una revisión bibliográfica (1989-2003).* En: *Revista Interamericana de Bibliotecología*. Vol. 28, No. 1 (ene.-jun. 2005); p. 43-61.

* Artículo de revisión, derivado de la investigación titulada: *Investigación científica en América Latina: estado de la cuestión*. Universidad de Granada. España. Recibido el 13 de diciembre de 2004, evaluado el 4 de mayo y aceptado con las modificaciones sugeridas el 24 de mayo de 2005.

** Estudiante de doctorado e investigadora en el proyecto Sistema de Información Científica de Andalucía -SICA- de la Facultad de Biblioteconomía y Documentación, Universidad de Granada España.
crios@fedro.ugr.es

*** Profesor titular en la Facultad de Biblioteconomía y Documentación, Universidad de Granada. España.
victorhs@ugr.es

ABSTRACT

In order to provide a general overview of the bibliographic coverage of Latin American scientific production and its contribution to world science, the author undertook an analysis of the state of scientific journals in the region, both those considered to be in the mainstream of science and those which are not. She also identifies some of the initiatives and projects that have enabled these publications to rise to the level of international visibility and greater recognition as well at the national level. Also mentioned are some of the socio-economic factors that are linked to scientific production in each county, as well as the relationship between this type of indicators and production. The article concludes by discussing the state of production in the principal fields of science.

KEYWORDS: Scientific production / Latin America / Caribbean / Bibliometrics / Scientific Journals

RIOS GÓMEZ, Claudia and HERRERO SOLANA, Víctor. *Latin American scientific production and world-wide science: a bibliographic overview (1989-2003).* In: *Revista Interamericana de Bibliotecología*. Vol. 28, No. 1 (ene.-jun. 2005); p.43-61.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la investigación científica en los últimos tiempos ha hecho necesario el desarrollo y la implementación de diversos indicadores que ayuden a medir la importancia de la investigación de cara a la propia comunidad científica. Moravcsik (1989), plantea una serie de indicadores de orden objetivo y subjetivo para medir este fenómeno; entre ellos se encuentran los indicadores bibliométricos, que dan cuenta de la actividad científica de un país, caracterizada por la producción de literatura científica. Estos indicadores pueden ser entre otros: enlaces entre autores (*coupling* bibliográfico), estudios de impacto (análisis de citación), impacto de los recursos (factor de impacto, índice de inmediatez, influencia de las revistas), relaciones de materia (co-referencias, co-citaciones y co-palabras) y análisis de colaboración científica. (Sancho, R. 1990).

Al mismo tiempo, con el fin de que los análisis que se hacen de la producción científica, a través de los indicadores bibliométricos, demuestren el estado de la ciencia de una manera mas real, es necesario tener en cuenta una serie de factores de orden socioeconómico existentes en el contexto donde se desarrolla la actividad científica, tales como: inversión destinada a I+D, producto interno bruto (PIB), población económicamente activa (PEA), número de investigadores, etc. Estos son también llamados por Inonu (2003), como factores culturales, adicionando a los antes mencionados, la influencia de los sistemas de educación, tradición histórica, políticas científicas de los gobiernos, firmas privadas y otros factores similares.

Toda esta variedad de indicadores lo que buscan es conocer cual es el comportamiento de la ciencia, cuales son las áreas temáticas que trabajan, las principales

revistas, los autores más productivos, los frentes de investigación, entre otros. La gran mayoría de los estudios realizados se basan en los artículos publicados en bases de datos comerciales que recogen parte de la producción científica generada por un país. Las bases de datos mas utilizadas son las del Institute for Scientific Information -ISI-, donde se encuentran indexadas las llamadas revistas de corriente principal, consideradas como las revistas más importantes y representativas internacionalmente, para lo cual tienen que pasar por grandes controles de calidad. Por estas razones y por suministrar información complementaria como factor de impacto¹, e índice de inmediatez², son fuente de estudio de la propia ciencia.

De acuerdo con lo anterior el tema de la producción puede ser abordado desde diferentes frentes. El presente artículo consiste en una revisión bibliográfica sobre la producción científica latinoamericana, cual es su manifestación por áreas temáticas, y el problema de aquella producción científica que queda fuera de las revistas de corriente principal. Si bien la revisión se realiza a nivel general, se pondrá especial énfasis en aquellos estudios realizados por autores de la región.

LAS REVISTAS LATINOAMERICANAS DE CORRIENTE PRINCIPAL

Las revistas científicas son un instrumento determinante para el desarrollo de la sociedad, son la medida por excelencia de la comunicación científica (Krauskopf y Vera 1995), (Vesuri 1995). Es por lo anterior que los investigadores buscan publicar en revistas que les proporcionen visibilidad e impacto a sus resultados, es decir reconocimiento a su aporte al desarrollo de la ciencia, lo cual es traducido en que sus trabajos sean publicados en las mejores revistas y que sus trabajos obtengan citas en esas revistas (Van Raan 2001).

Rusell (1998), plantea que la ciencia de los países periféricos es publicada a través de revistas nacionales que están poco representadas en bases de datos internacionales y que los patrones de publicación de los científicos de estos países se dividen en dos categorías:

1. Unos pocos que publican preferentemente en la literatura científica de corriente principal.
2. Y la gran mayoría, que publican principalmente a través de revistas nacionales y regionales.

1. Es una medida de la importancia o influencia de una revista o un grupo de documentos. Se calcula como el promedio de las citaciones recibidas por la revista sobre la cantidad de artículos publicados por la revista en un período de tiempo. El Journal Citation Report lo calcula por un período de dos años. (Spinak 1996)
2. Indica cuán rápidamente es citado un artículo promedio de una revista específica. El índice de inmediatez de una revista considera las citaciones hechas durante el año en que los items citados fueron publicados. Este índice es similar al índice de impacto. La diferencia es que se calcula sólo para el año en curso. (Spinak 1996)

Aquellos que publican en la primera categoría, constituyen un grupo relativamente pequeño, tienen una mayor influencia en designación de políticas científicas y se identifican y establecen como elite científica (Rusell 2000). Una característica común de este grupo de científicos es el desinterés de publicar en revistas nacionales o de lenguaje distinto al inglés, lo cual es provocado en parte por los criterios de evaluación de los países del tercer mundo, ya que son mejor puntuados aquellos científicos que publican en revistas científicas internacionales (Cano 1995). Las estrategias de publicación también difieren de acuerdo con el país y, principalmente a la disciplina científica (Gaillard 1992).

Vessuri (1995) señala que las publicaciones latinoamericanas se encuentran en un círculo vicioso: las publicaciones nacionales no tienen prestigio y circulación internacional porque los científicos regionales publican sus mejores resultados en el extranjero; pero los investigadores latinoamericanos también publican en el extranjero porque las revistas nacionales no llevan sus resultados a la comunidad científica internacional.

Los patrones de publicación de los científicos, además están dados por las especialidades temáticas, la investigación básica es publicada principalmente en literatura científica internacional y la investigación aplicada de importancia local, aparece esencialmente en revistas nacionales.

La visibilidad de las revistas de países periféricos en bases de datos internacionales, y específicamente en las del Institute for Scientific Information (ISI) ha sido (y sigue siéndolo) motivo de estudio y discusión a lo largo del tiempo. Algunos autores estudian la falta de representación de las revistas de países en desarrollo en estas bases de datos (Gracias Targino y Ribeiro García 2000), (Krauskopf y otros 1995), (Gómez y otros 1999). Una de las principales causas que señalan de este fenómeno es que los contenidos de las revistas periféricas no se ajustan a los estándares internacionales de la ciencia (Licea de Arenas y otros 2002). Por el contrario otros autores como Braun y otros (Braun y otros 2000), demuestran que no existe este tipo de sesgos y que en términos generales las revistas incluidas en ISI son proporcionales al número de publicaciones científicas de cada país.

El ISI recoge 53 títulos de América Latina, 44 pertenecen al Science Citation Index -SCI- y las 9 restantes al Social Science Citation Index -SSCI-. Principalmente son de Brasil, México, Chile, Argentina, y Venezuela, estos países aportan el 80% del total latinoamericano, y la participación de otros países es poco significativa o directamente carecen de participación. Las disciplinas a las que pertenecen las revistas en orden de mayor a menor porcentaje son: medicina clínica, ciencias biomédicas, silvoagropecuarias, humanidades, ciencias sociales, química, ciencias naturales, física y matemáticas. Según Krauskopf y Vera (1995) esta división

temática es coherente con el desarrollo científico de América Latina en los años 80. El número de publicaciones de Brasil indexadas por ISI, es de 17 títulos, lo cual representa solo 0.37% del total de sus publicaciones (Gracas Targino y Ribeiro García 2000). La mayoría de ellas son editadas en la región del Sudeste y en segundo lugar en el Sur, esto es debido a que en estas zonas se encuentran centros de excelencia, un mayor número de investigadores y medios de comunicación más poderosos; la mayor área de conocimiento es Ciencias de la vida, donde prevalecen las revistas de zootecnia y veterinaria y también está presente la genética, microbiología, salud pública y neuropsiquiatría. Todas las revistas destacan por la calidad, en términos de regularidad, periodicidad, normalización, utilización del inglés, entre otros aspectos valorados por las bases de datos internacionales.

Para el grupo de revistas latinoamericanas incluidas en el SCI de 1996, Gómez y otros (1999) estudian algunas características tales como: tamaño, dirección de los autores que publican en ellas, lenguaje de publicación, entre otras y concluyen que 55% de las revistas son de carácter nacional, 13% regional, 10% internacional y 21% consideradas mixtas; las revistas nacionales son escogidas para atraer la audiencia local, particularmente en el sector clínico. Se observó que 74% del total de revistas estudiadas son del área de Ciencias de la Vida.

Especialmente la cobertura de revistas de Ciencias Sociales de los países periféricos en el SSCI es bastante limitada, Narváez Berthelemon y Rusell (2001) al comparar las revistas cubiertas por la base de datos “UNESCO DARE”³ y el SSCI, encuentran que Brasil y México tienen mayor representación en SSCI con tres y dos revistas respectivamente, mientras que cada uno de estos países en la base de datos UNESCO DARE cuentan con 81 y 47 revistas; por su parte Argentina y Colombia cuentan con una revista en el SSCI y con 42 y 32 respectivamente en la base de datos de la UNESCO.

LAS REVISTAS CIENTÍFICAS ANTE EL FACTOR DE IMPACTO

Una de las herramientas creadas por el ISI que más interés (y críticas) despier-
ta, es el Journal Citation Report -JCR-. El JCR es un listado que suministra el
factor de impacto (FI) de las publicaciones contenidas en el SCI y el SSCI, y que
se ha convertido en un parámetro muy importante para medir la calidad de las
publicaciones y de la investigación científica. La filosofía del JCR se sustenta en
que “la calidad de un artículo publicado depende de la cantidad de citas que recibe;
si una revista contiene artículos que son muy citados es considerada como una
revista relevante; a su vez un artículo puede ser importante si la revista en la que

3. Base de datos que reúne revistas de ciencias sociales de los países que pertenecen a la UNESCO.

se encuentra publicado recibe un gran número de citas anuales” (Ramírez Romero y otros 1999).

Teniendo en cuenta lo anterior se encuentra que una parte importante del conjunto de revistas latinoamericanas incluidas en ISI, tienen un factor de impacto generalmente bajo. A pesar de lo expresado por muchos autores, el FI no representa directamente la calidad de las publicaciones, ya que existen diversos factores que influyen en ella, tales como: frecuencia de publicación, número de artículos, carácter local de la ciencia, idioma y especialidad científica. En cuanto a esto último, el impacto de citación es proporcional al número de referencias por artículos, por ejemplo en Bioquímica el número de referencias es dos veces mayor que en matemáticas, en humanidades y artes las citas son más pocas. En el caso de las ciencias sociales, se encuentra una relación no lineal entre la reputación de una revista y su impacto.

Ramírez Romero y otros (1999) consideran que el simple factor de impacto no debe ser el único elemento cuantitativo para determinar la calidad de una revista, por lo que determinan el factor de impacto normalizado⁴ para las revistas latinoamericanas, los autores encuentran estabilidad en la relevancia de estas revistas dentro de la categoría, lo cual invita a promover la publicación de las mismas y exhortar a los científicos latinoamericanos a leer, utilizar y citar más los trabajos de los colegas de la región; lo cual favorecerá el factor de impacto y el factor de impacto normalizado de las mismas.

El panorama de las publicaciones científicas latinoamericanas deja mucho que desear, ya que son muy pocas las publicaciones que cumplen con los criterios de calidad impuestos por ISI y son publicaciones que no tienen mayor impacto en la comunidad científica internacional. Esta situación es preocupante máxime cuando existe un gran número de revistas científicas que consumen una serie de recursos que en definitiva no están siendo bien aprovechados. Se debe por lo tanto aunar esfuerzos, fusionar revistas si es necesario, evitar la endogamia, etc. Con el fin de consolidar revistas de calidad, con alta periodicidad, donde los científicos busquen publicar sus resultados de investigación y tengan un impacto a nivel regional e internacional.

A este respecto Moravcsik (1989), concluye que: “la ciencia del Tercer Mundo está infra-representada en las bases de datos internacionales, y que si interesa estudiarse, en concreto, la infraestructura científica de tales países, se han de complementar los datos obtenidos con ellas con otros procedentes específicamente de revistas científicas locales o regionales publicadas en el Tercer Mundo”.

4. Es la diferencia entre el factor de impacto máximo de las categorías de las revistas y el factor de impacto que ocupa la mediana de cada categoría. Con este número se pueden comparar directamente revistas de una categoría con revistas de otra. Considera la particularidad de un campo de conocimiento y la categoría a la que pertenece en el JCR.

REVISTAS LATINOAMERICANAS QUE NO PERTENECEN A LA CORRIENTE PRINCIPAL

Las revistas que no pertenecen a la corriente principal de la ciencia, son muchas y muy heterogéneas, son evaluadas de diferentes modos o simplemente no son evaluadas (Vessuri 1995). En el caso de revistas de América Latina, la mayoría de sus publicaciones no cumplen con los niveles mínimos de control bibliográfico necesarios para ser identificadas, leídas y suscritas por el público internacional (Cano 1995). Estas publicaciones son condenadas a una existencia fantasma y como consecuencia no hay reconocimiento para los investigadores que publican en ellas, lo cual hace que no exista interés de publicar en revistas locales, a pesar de ser un mecanismo de diseminación local viable, un instrumento de transferencia de información para colegios invisibles locales y un vehículo importante para la publicación de resultados científicos regionales. Estas razones ponen en evidencia la necesidad de establecer estrategias que favorezcan el desarrollo de las publicaciones locales y por ende la consolidación científica y visibilidad a nivel internacional.

Es de destacar como en los últimos años se han venido realizando procesos de evaluación exhaustiva de las publicaciones científicas regionales. Los primeros países en realizar este proceso y establecer núcleos básicos de revistas científicas fueron Brasil en 1990 (Vessuri 1995), México en 1993 (Bonilla y Pérez Angón 1999), Colombia en 1995 (Jack Gómez y otros 1998), todos ellos con altos criterios de calidad y buscando reflejar el desarrollo de estos países.

Otro objetivo prioritario para lograr visibilidad internacional, es la consolidación y creación de bases de datos regionales, que además permitan realizar estudios bibliométricos más acordes a las realidades de estos países. Las bases de datos “Clase-Citas Latinoamericanas de Ciencias Sociales y Humanidades” y “Periódica-Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias”, han sido desde su creación 1975 y 1978 respectivamente, un instrumento que recopila información producida por los países de América Latina. Cetto y Alonso-Gamboa (1998), presentan resultados globales sobre las características de los documentos recogidos en dichas base de datos. Estos proyectos han sido liderados por México a través de la Universidad Nacional Autónoma de México -UNAM-, que junto con otros países de América Latina y el Caribe -ALyC, España y Portugal, han impulsado desde 1995 la idea de desarrollar un Sistema de Información Regional, denominado LATINDEX⁵, considerado como una fuente de información especializada sobre las publicaciones seriadas de carácter académico editadas en los países de Iberoamérica y el Caribe. Otro esfuerzo en esta línea ha sido el proyecto

5. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Se encuentra disponible en <http://www.latindex.org> [Consulta: 23 de octubre de 2004]

“Scielo”⁸, el cual contempla el desarrollo de una metodología común para la preparación, almacenamiento, diseminación y evaluación de literatura científica en formato electrónico; inicialmente comenzó implementándose en Brasil⁶, continuando en Chile⁷, Cuba⁸ y España⁹.

También es destacable el Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Científicas y Tecnológicas Colombianas -PUBLINDEX-¹⁰, implementado por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología -Colciencias-, que ofrece una clasificación de las revistas de ciencia y tecnología según criterios de calidad.

Una de las metas a las que se pretende llegar al realizar evaluaciones de las publicaciones científicas y fortalecer las bases de datos regionales, es poder contar con lineamientos o directrices que ayuden en la toma de decisiones de los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología de cada uno de estos países, además de promover las principales revistas y facilitar que posteriormente sean incorporadas en los mejores índices internacionales.

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA LATINOAMERICANA

La aportación de ALyC a la ciencia mundial, medida por el número de artículos publicados, es de 3% en publicaciones principales y otro tanto en las de menor circulación (Cetto y Vessuri 1998). Y aproximadamente 5% para el conjunto de los países en desarrollo (Gaillard 1992). Datos del año 2000 (Albornoz 2002) reflejan la poca participación de ALyC en algunas bases de datos internacionales como el SCI, SSCI, PASCAL (Base genérica francesa), CAB (Ciencias agrícolas), INSPEC (Física), COMPENDEX (Ingeniería), BIOSIS (Biología), Chemical Abstracts (Química) y MEDLINE (Medicina).

Los países del tercer mundo no hacen una contribución significativa a la ciencia, en términos generales la ciencia mundial está liderada por las grandes potencias industriales, ellas son las mayores productoras de conocimiento, reflejado en el número de publicaciones, así EEUU, Japón, Reino Unido y Alemania se encuentran encabezando los listados de producción científica. Tanto en los años 80 (Braun

* Scientific Electronic Library Online. Es una biblioteca electrónica que abarca una colección seleccionada de revistas científicas [Consulta: 3 de junio de 2005]

6. Disponible en <http://www.scielo.br> [Consulta: 23 de octubre de 2004]

7. Disponible en <http://www.scielo.cl> [Consulta: 23 de octubre de 2004]

8. Disponible en <http://scielo.sld.cu> [Consulta: 23 de octubre de 2004]

9. Disponible en <http://scielo.isciii.es> [Consulta: 23 de octubre de 2004]

10. Disponible en <http://huitaca.colciencias.gov.co:8080/lillium/htmlPublindex/index.html> [Consulta: 18 de mayo de 2005]

y otros 1994a, 1994b) y a principios de los 90 (Braun y otros 1995a, 1995b), indicadores del estado de la ciencia en el mundo, con datos procedentes del ISI, presentan a Brasil como el país con mayor producción científica de la región, seguido por Argentina, México, Chile y Venezuela. Si se hace un análisis de la producción con relación a la población de cada país desde 1981 hasta 1993 y añadiendo además a los países del Caribe, se encuentra que Chile es el más productivo (Krauskopf y otros 1995). La mayoría de los países de América Latina a lo largo de estos años han sufrido un aumento en su producción, se habla de aproximadamente 1.3%¹¹, los cuatro principales productores recogen un 85% del conjunto de documentos latinoamericanos. Para el año 1998 Moya Anegón y Jiménez Contreras (Moya Anegón y Jiménez Contreras 1999) estiman que en la base de datos del SCI, el mayor aumento porcentual lo experimentan los países latinoamericanos, arrastrado por el crecimiento de Brasil y en segundo lugar de México, que llegan a significar más del 40% del total latinoamericano.

En el contexto iberoamericano, se destaca a España como mayor productor de publicaciones científicas con relación al número de habitantes seguida por Portugal. La producción de Venezuela, Brasil y México tiene contribuciones similares al promedio latinoamericano (Rodulfo de Gil y otros 1996). Para países poco productores como Colombia durante el período 1987-1993 en la base de datos PASCAL¹², se encuentra un incremento muy limitado de producción en comparación con el total de América Latina y EEUU. En la base de datos de la Universidad Nacional de Colombia, es mayor el incremento en la producción en el año 1992, lo cual puede ser explicado en parte por el énfasis que se dio en ese año a la evaluación de la actividad académica a través de las publicaciones internacionales (Meyer y otros 1995).

De acuerdo con lo anterior la producción científica latinoamericana, está fuertemente dominada por los países grandes como Brasil, Argentina y México. Chile se destaca por ser el país que tiene más publicaciones con relación al número de habitantes. Los otros países de la región apenas aportan un pequeño porcentaje de publicaciones con visibilidad internacional.

Otro interesante tema de estudio, y sobre el cual no profundizaremos en este artículo, es el grado de coautoría de la producción científica y cuales son los patrones de colaboración científica que son llevados a cabo en los países de la región.

A este respecto y de manera general, se puede decir que EEUU es el principal colaborador científico, seguido de países de la Unión Europea (UE) (Narváez

11. "Publication trends: uneven growth". Science, vol. 267, 1995 pp. 808

12. Base de datos generalista francesa.

Berthelemot y otros 1992), (Fernández y otros 1998). De los países de la región México duplica a los otros países en su porcentaje de colaboración con EEUU. De otra parte, el porcentaje de colaboración de los países latinoamericanos entre sí, es mínimo, destacándose durante 1981-1986 la colaboración entre Argentina y Brasil. Por áreas temáticas en el conjunto de países, el mayor porcentaje de colaboración es para la Medicina Clínica, seguida por la Física. RodulfodeGil y otros (1996), señalan que en el caso de Venezuela, los países que obtienen segundo puesto en colaboración son Inglaterra y Francia.

Se observa tanto en la primera mitad de los años 80 (Schubert y Braun 1990) y primera mitad de los 90 (Fernández y otros 1998), que a menor tamaño científico de un país mayor índice de colaboración, teoría demostrada por Luukkonen (1993). Para los años 1995-1996 Chile es el país con mayor porcentaje de colaboración, seguido de Venezuela, México, Brasil y Argentina (Glanzel, 2001)

En términos generales América Latina tiene muy poco peso científico con relación a la producción científica mundial. Uno de los factores que más inciden en este comportamiento es la poca inversión en I+D en los países de la región, la cual solo llega aproximadamente a 0.54% del PIB, frente al 2% y casi el 3% de las economías de altos ingresos (Albornoz 2002). Además, dentro de los países de la región también se encuentran grandes diferencias, tal es el caso de Brasil, que supera el promedio general de inversión en I+D y esto es reflejado en su producción. Para el conjunto de los países de América Latina y el Caribe, existe una alta correlación entre PIB y producción científica (Lewison y otros 1993), (Schubert y Braun 1992). Lewison y otros destacan que en el período 1986-1991 algunos países se salen de la línea de correlación, de un lado El Salvador que produce menos de lo esperado, y en el caso contrario Chile, Costa Rica, Panamá y Argentina, que producen más con relación a su PIB. Schubert y Braun realizan una comparación de este tipo de indicadores socio-económicos y bibliométricos, utilizando la metodología conocida como caras de "Chernoff". Esta metodología se basa en la representación de un vector de observaciones mediante características faciales tales como la cabeza, la boca, la nariz, los ojos, las cejas y las orejas. Para un problema particular se asigna a cada una de las variables un rasgo facial determinado. (Riaño 2001)

Moya Anegón y Herrero Solana (1999) hacen una comparación del input y output de los países de América Latina, entendiendo el input como los recursos humanos y económicos invertidos en I+D (producto interno bruto-PIB, población económicamente activa-PEA, porcentaje del PIB dedicado a I+D y total de investigadores dedicados a I+D) y el output como las publicaciones que cada país ha generado con dichos recursos, los autores concluyen que la productividad científica de los países es directamente proporcional a los indicadores de input con que

cuentan. Con relación a lo anterior, Rousseau y Rousseau (1997) presentan un aporte para el análisis de este tipo de indicadores (input y output), en países de Europa, EEUU, Canadá, Japón y Australia, donde desarrolla la técnica de “Data Envelopment Analysis” para medir la eficacia relativa de los gastos de I+D con relación a sus publicaciones y patentes.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN DIFERENTES CAMPOS TEMÁTICOS

Son muchos los estudios que sobre la producción de un campo específico se han realizado a lo largo del tiempo, ellos buscan medir cual es el aporte de los científicos latinoamericanos en un campo particular y en un período de tiempo específico, ya sea en bases de datos nacionales o internacionales. El conocimiento del área puede ser a nivel regional, a nivel nacional y también en comparación con países desarrollados. Además el análisis puede ser realizado específicamente en una institución o grupo de científicos muy representativos. Algunos de estos estudios además de realizar un análisis bibliométrico utilizan otras metodologías que aportan conocimientos más profundos de la temática en cuestión.

El país mas destacado de la región (Brasil) en las bases de datos ISI durante los años 80 y principios de los 90, concentra su producción en física, biología molecular y genética, e ingeniería (Krauskopf y otros 1995), pero su incremento en la producción y el impacto de la misma entre los años 1981-95 no varían de los otros campos científicos (Pereira y Escuder 1999). Nagpaul y Sharma, desarrollan el Índice de prioridad de investigación (PI)¹³ para un conjunto de 33 países. De América Latina sólo Brasil está incluido, y para el período 1980-84 presenta un mayor Índice de prioridad en física (PI=140) y más bajo en química (PI=66), para el período siguiente 1985-89, la química sigue ocupando el lugar más bajo (PI=67), y las matemáticas ocupan el mayor índice de prioridad (PI=154) (Nagpaul y Sharma 1995).

La producción de Argentina en las bases de datos ISI durante el período 1966-1983, es comparada con otros países en desarrollo y desarrollados. Se encuentra un ligero crecimiento, con una producción muy irregular a lo largo del período (Quesada Allue y Gitlin 1995). Por otra parte la producción de Argentina durante 1981-93 se destaca en términos generales en las áreas de biología & bioquímica y en química (Krauskopf y otros 1995).

13. Determina cual es el peso de producción en un campo específico de un país, en relación con la producción mundial de ese campo. El valor PI=100 indica que la prioridad científica de un país hacia un campo concreto corresponde precisamente al promedio de todos los países, PI>100 refleja alto promedio de prioridad, y PI<100 bajo promedio de prioridad.

Con relación a la producción de Colombia recogida en PASCAL y en la base de datos CINDEC¹⁴, el área mas desarrollada es la medicina, específicamente la medicina tropical. El segundo campo más productivo es ciencias de la tierra, principalmente sobre exploración del territorio colombiano y sus peculiaridades, la geología se lleva el mayor porcentaje de este campo. En tercer lugar se encuentran las ciencias naturales (Meyer y otros 1995). Al evaluar la producción científica generada por los proyectos financiado por Colciencias, las ciencias básicas son las más productivas (Anduckia y otros 2000).

En países como Chile y México, su producción fue principalmente en el área de medicina clínica, las áreas que ocupan el segundo lugar en cada uno de estos países son: astrofísica y física, respectivamente. Venezuela cuenta con mayor producción en ecología y medio ambiente y en matemáticas (Krauskopf y otros 1995).

Para el año 1999 según datos de la National Science Foundation (2002), en términos generales el campo científico con mayor visibilidad internacional en los países de la región fue medicina clínica. Es importante destacar el peso que tiene este campo en países pequeños como Perú y Ecuador con un 51.2% y 46.5% de sus publicaciones respectivamente. El segundo campo más visible fue biomedicina, con Brasil como el país que más publica en este campo. Otras áreas científicas también visibles fueron biología, química y física. Comparando la producción de 1999 con la del año 1986, la biología ha aumentado en todos los países y a pesar de que la medicina clínica sea la más visible en ambos años, su porcentaje de producción ha disminuido en todos los países a excepción de Brasil. En cuanto al impacto de citación por campos científicos de los países del tercer mundo, no existe una contribución significativa para la ciencia. Los campos que cuentan con un mayor índice de citación son biomedicina & bioquímica, física e ingeniería, y química (Osareh y Wilson 1997).

Comparando la producción de los científicos de América Latina y el Caribe (ALyC) en bases de datos internacionales, tanto multidisciplinarias como disciplinares, se encuentra que CAB especializada en ciencias agrícolas, es la que recoge más porcentaje de publicaciones latinoamericanas (Albornoz 2002). Gran parte de esta visibilidad se debe al aporte de países de la cuenca del Caribe como: Cuba, Barbados, Costa Rica, Trinidad y Tobago, Jamaica, Panamá (Saavedra Fernández y otros 2002). A este respecto, podemos decir que más de la mitad de la producción cubana durante los años 1981-93 en ISI fue en este campo (Krauskopf y otros 1995). Lo que refleja la importancia que tiene para Cuba el desarrollo de dicha área. Precisamente la única revista de este país indexada en ISI es "Cuban Journal

14. Base de datos de la Universidad Nacional de Colombia

of Agricultural Science” la cual al igual que la mayoría de las revistas del tercer mundo tiene un impacto de citación bajo (Torricella-Morales y otros 2000).

Macías-Chapula (1994), analiza la principal base de datos en el ámbito regional de Ciencias de la Salud LILACS, y encuentra que los países de la región con mayor producción de revistas biomédicas son Brasil, Argentina, México, Venezuela y Chile. El autor indica que los principales campos temáticos que tienen mayor peso en la región son la medicina general, seguida por pediatría, ginecología, psiquiatría y medicina tropical.

Dentro de los estudios de la región, se encuentran algunos trabajos que realizan análisis de citación¹⁵ y presentan resultados a través del impacto asociado a dichas publicaciones. En el campo de educación medica y salud, se intenta establecer la articulación entre los países citantes y citados en la región (Macías-Chapula 1992). Para los investigadores argentinos en ecología se indican las citaciones tanto en revistas nacionales como internacionales (Rabinovich 1992), o en el área de Inmunología brasilera (Dos Santos y Rumjanek 2001), entre otras. En el campo de la psiquiatría en Brasil, el impacto inferido por el número de citaciones durante el período 1981-92 muestra que los artículos brasileiros en esta área fueron citados menos que el promedio mundial en este campo (Leta y otros 2001). En esta misma área, un estudio más reciente compara el número de artículos publicados en revistas nacionales y revistas internacionales (Figueira y otros 2003). También ha sido estudiada la producción de científicos mexicanos en el campo de ciencias de la salud, indexados en MEDLINE y posteriormente citados en el SCI. Los resultados presentan a la bioquímica & biología molecular y neurociencias, como las principales áreas de investigación de este país (Licea de Arenas y otros 2002).

Otros estudios de la región nutren sus resultados aplicando metodologías basadas en técnicas de análisis multivariante. Uno de ellos es de vacunas en Iberoamérica entre 1990-95 (Guzmán y otros 1998), el cual analiza la producción en este campo, utilizando tasas de colaboración, índice de actividad y técnicas de representación como análisis de Cluster y escalamiento multidimensional. Los resultados muestran una discontinuidad en la producción científica, cada país tuvo un comportamiento peculiar. Analizando otro campo temático Saavedra y otros (Saavedra y otros 2002), parten de la producción científica de ALyC en el área de ciencias agrícolas y presenta un mapa general donde analiza las semejanzas de los países. Además conforman grupos o *cluster* de países y su correspondiente representación gráfica utilizando un tipo de red neuronal denominada mapas auto-organizativos o Self-organizing-map (SOM) (Kohonen 1991). Los anteriores trabajos son solo algunos de los realizados en esta línea.

.....
15. Rama de la bibliometría que analiza los patrones y frecuencia de las citas hechas y recibidas por los autores, las revistas, las disciplinas de investigación, etc., y estudia las relaciones entre los documentos citados. (Spinak 1996)

En cuanto a las ciencias sociales, según datos de la National Science Foundation (2002) la representación de los países latinoamericanos en este campo es muy poca y comparando el año 1986 con el año 1999 la producción de este campo ha disminuido en todos los países de la región. En un área concreta como economía y administración de negocios, Koljatic y Silva (2001) demuestran que solo cuatro países de la región (Argentina, Brasil, Chile y México) cuentan con un volumen de producción que justifica su análisis y comparación. Entre estos países, Chile muestra el más favorable resultado de acuerdo con varios indicadores de productividad de publicaciones. Por último, Rodríguez Pereira y otros (2000), analizan el impacto de citación, la colaboración científica, entre otros aspectos de las ciencias de la administración en Brasil.

CONCLUSIONES

A la luz de los datos que hemos ido presentando a lo largo del artículo, se concluye que durante la década de los años 80 y primera mitad de los años 90, existe un cierto auge en la realización de estudios de carácter general de la producción científica, que permiten conocer el comportamiento y las tendencias de producción de los países de la región. Esto no ocurre para años posteriores, ya que los estudios encontrados son de carácter aislado y no recogen periodos de tiempo amplios que permitan este tipo de análisis. En el período mencionado se encontró una línea ascendente en la productividad de los países latinoamericanos y de igual forma un mayor impacto de citación.

El poco peso científico de la región comparado con el mundo, se debe entre otras cosas a la poca inversión en I+D de estos países, además del hecho de que dentro de la región existen fuertes diferencias en este sentido. Se destaca en términos generales una alta correlación entre el PIB y la producción científica.

La producción de los países de la región se concentra geográfica e institucionalmente. La mayoría de la producción se genera en las capitales y grandes ciudades, ya que éstas son los núcleos del desarrollo industrial, económico y político de cada país. En términos generales son muchas las instituciones que producen poco y unas cuantas que producen mucho. Específicamente el sector público encabezando por las universidades, se constituye en el principal productor, debido a que es en estas donde se impulsan y consolidan muchos grupos científicos. En cuanto a los campos temáticos, la medicina clínica tiene mayor visibilidad internacional, seguida de la biomedicina.

Se destaca que la mayoría de los estudios realizados por áreas temáticas en la región, son específicamente de Brasil y México, siendo muy pocos los estudios

sobre la producción de otros países latinoamericanos. Finalmente, podemos decir que el conocimiento de la realidad científica de los países, de las instituciones en particular, y de grupos o corrientes de investigación ayuda en decisiones políticas para promover la investigación en los países de la región.

BIBLIOGRAFÍA

.....
National Science Foundation. Science and Engineering Indicators 2002. Washington, DC .

Publication trends: uneven growth1995. *Science*. 267:808.

ALBORNOZ, M. 2002. Situación de la ciencia y la tecnología en las Américas. In OEA, editor, *Documento de la Secretaria General de la OEA*. Washington. 1-52.

ANDUCKIA, J.C., J. GÓMEZ, and Y. Jack GÓMEZ. 2000. Bibliometric output from Colombian researchers with approved projects by COLCIENCIAS between 1983 and 1994. *Scientometrics*. 48:3-25.

BONILLA, M. and M.A. PÉREZ ANGÓN. 1999. Revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica. *Interciencia*. 24:102-106.

BRAUN, T., W. GLANZEL, and H. GRUPP. 1995. The scientometric weight of 50 nations in 27 science areas, 1989-1993 : Part I. All fields combined, mathematics, engineering, chemistry and physics. *Scientometrics* . 33:263-293.

BRAUN, T., W. GLANZEL, and H. GRUPP. 1995. The scientometric weight of 50 nations in 27 science areas, 1989-1993 : Part II. Life sciences. *Scientometrics*. 34:207-237.

BRAUN, T., W. GLANZEL, H. MACZELKA, and A. SCHUBERT. 1994. World science in the eighties. National performances in publication output and citation impact, 1985-1989 versus 1980-1984 : part I. All science fields combined, physics, and chemistry. *Scientometrics*. 29:299-334.

BRAUN, T., W. GLANZEL, H. MACZELKA, and A. SCHUBERT. 1994. World science in the eighties. National performances in publication output and citation impact, 1985-1989 versus 1980-1984 : part II. Life sciences, engineering, and mathematics. *Scientometrics*. 31:3-30.

BRAUN, T., W. GLANZEL, and A. SCHUBERT. 2000. How balanced is the science citation index's journal coverage? A preliminary overview of macrolevel statistical data. In Edited by Blaise Cronin and Helen Barsky Atkins, editor, *The Web of knowledge : a festschrift in honor of Eugene Garfield*.

CANO, V. 1995. Characteristics of the publishing infrastructure of peripheral countries : a comparison of periodical publications from Latin America with periodicals from the US and UK. *Scientometrics*. 34:121-138.

CETTO, A.M. and O. Alonso-GAMBOA. 1998. Scientific periodicals in Latin America and the Caribbean : a global perspective. *Interciencia*. 23:84-93.

CETTO, A.M. and H. VESSURI. 1998. América Latina y el Caribe. In UNESCO, editor, *Informe mundial sobre la ciencia* . 57-77.

DOS SANTOS, N.F. and V.M. RUMJANEK. 2001. Brazilian immunology : one hundred years later. *Scientometrics*. 50:405-418.

FERNÁNDEZ, M.T., I. GÓMEZ, and J. SEBASTIÁN. 1998. La cooperación científica de los países de América Latina a través de indicadores bibliométricos. *Interciencia*. 23:328-337.

FIGUEIRA, I., R. JACQUES, and J. LETA. 2003. A comparison between domestic and international publications in Brazilian psychiatry. *Scientometrics*. 56:317-327 .

GAILLARD, J. 1992. Use of publication list to study scientific production and strategies of scientists in developing countries. *Scientometrics*. 29:57-73.

GLANZEL, W. 2001. National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics* . 51:69-115.

GRACAS TARGINO, M.d. and J.C. RIBEIRO GARCIA. 2000. Ciencia brasileira na base de dados do Institute for Scientific Information (ISI). *Ciencia da Informacao*. 29:103-117.

GUZMÁN, M.V., E. SANZ, and G. SOTOLONGO. 1998. Bibliometric study on bacines (1990-1995) part I: scientific production in Iberian-American countries. *Scientometrics*. 43:189-205.

GÓMEZ, I., R. SANCHO, L. MORENO, and M.T. FERNÁNDEZ. 1999. Influence of latin american journal coverage by international databases. *Scientometrics*. 46:443-456.

INONU, E. 2003. The influence of cultural factors on scientific production. *Scientometrics*. 56:137-146.

J. GÓMEZ, Y., J.C. ANDUKIA, and N. RINCÓN. 1998. Publicaciones seriadas científicas colombianas. *Interciencia*. 23:208-217.

KOHONEN, Teuvo. 2001. Self organizing-maps. Berlín : Springer.

KOLJATIC, M. and M. SILVA. 2001. The international publication productivity of Latin American countries in the economics and business administration fields. *Scientometrics*. 51:381-394.

KRAUSKOPF, M. and VERA M.I. 1995. Las revistas latinoamericanas de corriente principal : indicadores y estrategias para su consolidación. *Interciencia*. 20:144-148 .

KRAUSKOPF, M., M.I. VERA, V. KRAUSKOPF, and A. WELLJAMS-DOROF. 1995. A citationist perspective on science in Latin America and the Caribbean, 1981-1993. *Scientometrics*. 34:3-25 .

LETA, J., R. JACQUES, I. FIGUEIRA, and L. MEIS. 2001. Central international visibility of Brazilian psychiatric publications from 1981 to 1995. *Scientometrics*. 50:241-254.

LEWISON, G., A. FAWCETT Jones, and C. KESSLER. 1993. Latin American scientific output 1986-91 and international co-authorship patterns. *Scientometrics*. 27:317-336.

LICEA DE ARENAS, J., H. CASTAÑOS LOMNITZ, and J. ARENAS LICEA. 2002. Significant Mexican research in the health sciences : a bibliometric analysis. *Scientometrics*. 53:39-48.

LUUKKONEN, T., R.J.W. TIJSSEN, O. PERSSON, and G. SIVERTSEN. 1993. The measurement of international scientific collaboration. *Scientometrics*. 28:15-36.

MACIAS-CHAPULA, C.A. 1994. Non-sci subject visibility of the Latin American scientific production in the health field. *Scientometrics*. 30:97-104 .

MACÍAS-CHAPULA, C.A. 1992. Patterns of scientific communication among Latin American countries, in the field of medical education. *Scientometrics*. 23:123-135.

Mccain, KW. 1990. Mapping authors in intellectual space: a technical overview. *Journal of the American Society for Information Science*. 41:433-443.

MEYER, J.B., J. CHARUM, J. GRANÉS, and Y. CHATELIN. 1995. Is it opened or closed? colombian science on the move. *Scientometrics*. 34:73-86.

MORAVCSIK, M.J. 1989. Como evaluar a la ciencia y a los científicos? *Revista Española de Documentación Científica*. 12.

MOYA ANEGÓN, F.d. and V. HERRERO SOLANA. 1999. Science in America Latina : a comparison of bibliometric and scientific-technical indicators. *Scientometrics*. 46:299-320.

MOYA ANEGÓN, F.d. and E. JIMÉNEZ CONTRERAS. 1999. Topografía de la ciencia mundial. *El profesional de la información*. 8:40-42.

MOYA ANEGÓN, F.d., E. JIMÉNEZ CONTRERAS, and V. HERRERO SOLANA. A connectionist approach to science maps: SOM and clustering techniques applied to Library & Information Science research, 1992-1997. Inédito

NAGPAUL, P.S. and L. SHARMA. 1995. Science in the eighties : a typology of countries based on inter-fiel priorities. *Scientometrics*. 34:263-283.

NARVÁEZ BERTHELEMONT, N. and J.M. Rusell. 2001. Worlrd distribution of social science journals : a view from the periphery. *Scientometrics*. 51:223-239.

Narváez Berthelemot, N., L.P. Frigoletto, and J.F. Miquel. 1992. International scientific collaboration in Latin America. *Scientometrics*. 24:373-392.

OSAREH, F. and C.S. WILSON. 1997. Third world countries (TWC) research publications by disciplines : a country-by-country citation analysis." *Scientometrics*. 39:253-266.

PEREIRA, J.C. and M.M. ESCUDER. 1999. The scenario of brazilian health sciences in the period of 1981 to 1995. *Scientometrics*. 45:95-105.

QUESADA ALLUE, L.A. and D.S. GITLIN. 1995. Scientific output in Argentina 1966 1983. *Scientometrics*. 34:27-35.

RABINOVICH, J.E. 1992. Publications of scientists of developing countries in international journals : are they channels to the international circuit for colleagues that only publish in national journals? *Scientometrics*. 23:91-103.

RAMÍREZ ROMERO, A.M., E.O. GARCÍA MANDUJANO, and J.A.d. RIO PORTILLO. 1999. Estudio de la relevancia de las revistas latinoamericanas utilizando un factor de impacto renormalizado. *Investigación Bibliotecológica*. 13:110-123 .

RIAÑO, D. 2001. *Análisis de conglomerados*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Biotecnología. Grupo de Bioinformática. Bogotá.

RODRÍGUEZ PEREIRA, J.C., A.L. FISCHER, and M.M. LOUREIRO ESCUDER. 2000. Driving factors of high performance in Brazilian management Sciences for the 1981-1995 period . *Scientometrics*. 49:307-319 .

RODULFODEGIL, E., V. RIVERA, F. GIL-ARNAO, J.A. MANJARRÉS, J. MOLINA, L.A. ANGULO-LOBO, and F. RODRÍGUEZ. 1996. Análisis de la producción científica de Venezuela registrada por el SCI (ISI) 1980-1994. *Interciencia*. 21:272-281.

ROUSSEAU, S. and R. ROUSSEAU. 1997. Data envelopment analysis as a tool for constructing scientometric indicators. *Scientometrics*. 40:45-56.

RUSELL, J.M. 2000. Publication indicators in Latin America revisited. In Edited by Blaise Cronin and Helen Barsky Atkins, editor, *The Web of knowledge : a festschrift in honor of Eugene Garfield*.

Rusell, J.M. 1998. Publishing patterns of Mexican scientists : differences between NATIONAL AND INTERNATIONAL PAPERS. *SCIENTOMETRICS*. 41:113-124.

RUSELL, J.M., H. DELGADO, A.M. ROSAS, and G. BLANCAS. 1992. Estudio bibliométrico de la producción biomédica internacional de los investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Española de Documentación Científica*. 15:129-139.

SAAVEDRA FERNÁNDEZ, O., G. SOTOLONGO AGUILAR, and GUZMÁN SÁNCHEZ M. V. 2002. Medición de la producción científica en América Latina y el Caribe en el campo agrícola y afines : un estudio bibliométrico. *Revista Española de Documentación Científica*. 25:150-161.

SANCHO, R. 1990. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología : revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*. 13:843-863.

SCHUBERT, A. and T. BRAUN. 1990. International collaboration in the sciences, 1981-1985. *Scientometrics*. 19:3-10.

SCHUBERT, A. and T. BRAUN. 1992. Three scientometric etudes on developing countries as a tribute to Michael Moravcsik. *Scientometrics*. 23:3-19 .

SPINAK, E. 1996. *Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Informetría*. UNESCO. Caracas.

TORRICELLA-MORALES, R.G., G. VAN HOOYDONK, and J.A. ARAUJO-RUIZ. 2000. Citation análisis of Cuban research. Part 1. A case study : the Cuban Journal of Agricultural Science. *Scientometrics*. 47:413-426.

VAN RAAN, A.F. 2001. Competition amongst scientists for publication status : toward a model of scientific publication and citation distributions. *Scientometrics*. 51:347-357.

VESSURI, H. 1995. Recent strategies for adding value to scientific journal in latin America. *Scientometrics*. 34:139-161.