
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA NACIONAL Y PRESENCIA WEB DE INSTITUCIONES ACADÉMICAS EN IBEROAMÉRICA

ISIDRO F. AGUILLO, ELENA CORERA-ÁLVAREZ
y CATALINA MARTÍNEZ

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es mostrar tres aspectos diferentes de la realidad científica y tecnológica de los países iberoamericanos: su producción científica, en términos de publicaciones científicas; su producción tecnológica, en términos de solicitudes internacionales de patentes; y la presencia web de sus universidades y centros públicos de investigación. Un primer análisis comparativo muestra que los países más productivos científica-

mente suelen serlo también tecnológicamente. Sin embargo, por debajo de un cierto nivel de producción científica y tecnológica no parece haber una relación clara entre producción nacional científico-tecnológica y presencia web de sus instituciones académicas. Se avanzan varias hipótesis para tratar de explicar estas diferencias.

 Analizar y evaluar la producción científica y tecnológica de universidades, centros de investigación, países o regiones por medio de indicadores bibliométricos y patentes se ha convertido en una práctica habitual en los últimos años. Tales análisis son todavía poco frecuentes en Iberoamérica, una región donde la mayoría de países se han caracterizado tradicionalmente por la escasez de datos cuantitativos científico-tecnológicos. Sin embargo, la necesidad de conocer la realidad de los sistemas de ciencia e innovación iberoamericanos es cada vez más urgente, como se hizo patente en la XVIII Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno (CEPAL, 2008), donde se presentaron indicadores bibliométricos y tecnológicos para la región, así como, por primera vez, indicadores cibernéticos so-

bre la presencia web de las universidades y organismos públicos de investigación iberoamericanos.

Cada una de estas tres clases de indicadores mide un aspecto diferente de la actividad científica, académica e inventiva de un país, y aunque de forma diversa, los tres proporcionan medidas de la visibilidad académica e inventiva de una determinada región. Conjuntamente reflejan la contribución de los científicos e inventores de un determinado país al acervo científico y tecnológico mundial, así como la visibilidad de sus instituciones académicas. Su análisis combinado debería ayudar, por tanto, a alcanzar un mejor entendimiento de la caleidoscópica realidad de los sistemas de ciencia y tecnología de cada país. Por estas razones, aparte de analizar sus resultados únicamente por separado, el propósito de este estudio es

realizar un primer balance del análisis conjunto de estos tres tipos de indicadores, a nivel agregado, para los países de Iberoamérica.

Aunque se han publicado estudios comparativos sobre producción científica y tecnológica en Iberoamérica y América Latina (Plaza y Albert, 2001), la mayoría limitados a un área científica o a un solo país (Guzmán *et al.*, 1998; Aboites *et al.*, 2004), hasta la fecha no se ha intentado un verdadero análisis comparativo entre los indicadores proporcionados por las tres disciplinas cuantitativas que nos ocupan (cienciometría, patentometría y cibermetría) para construir un escenario lo más amplio y representativo posible. En este sentido, reunir información sobre la actividad científica y tecnológica de cada país iberoamericano que resulta en trabajos científicos y patentes, y sobre la visi-

PALABRAS CLAVE / Artículos Científicos / Cibermetría / Cienciometría / Iberoamerica / Patentes / Patentometría / Web /

Recibido: 03/07/2009. Modificado: 21/01/2010. Aceptado: 22/01/2010.

Isidro F. Aguillo. Licenciado en Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, España. Master en Información y Documentación, Universidad Carlos III de Madrid, España. Responsable del Laboratorio de Cibermetría, Instituto de Políticas y Bienes Públicos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España. (IPP-CSIC), Dirección: Centro de Ciencias Humanas y Sociales C/Albasanz, 26-28. Despacho 3C1, 28037 Madrid (España). e-mail: isidro.aguillo@cchs.csic.es

Elena Corera-Álvarez. Doctora en Documentación Científica, Universidad de Granada, Granada, España. Científica Titular, IPP-CSIC, España.

Catalina Martínez. Doctora en Ciencias Económicas, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España. Científica Titular, IPP-CSIC, España.

bilidad web de sus instituciones universitarias y centros de investigación, supone una aproximación inédita y original.

El objeto de estudio son los 22 países iberoamericanos (Andorra, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, República Dominicana, Uruguay y Venezuela). Una opción basada principalmente en el hecho de que desde 1991 se viene analizando esta región anualmente en las Cumbres de Jefes de Estado y Gobierno Iberoamericano, y donde se reconoce que la agrupación de países en torno a la Conferencia Iberoamericana de Países (que articula las Cumbres). Es un término dinámico y creciente con espíritu incluyente buscando una entidad común (el acervo iberoamericano), con el objetivo de "favorecer la identidad iberoamericana a través de la acción conjunta en materia educativa, cultural, científica y tecnológica".

Después de analizar cada uno de los tres grupos de indicadores independientemente, se procede a su análisis comparativo, para finalmente avanzar algunas conclusiones.

Producción Científica

Los diversos estudios cuantitativos realizados sobre la región latinoamericana son una buena prueba del interés que suscita la medición del conocimiento científico por medio de la producción recogida en bases de datos bibliográficas (Krauskopf *et al.*, 1986) sobre aspectos concretos de la producción científica en la región (Lewison *et al.*, 1993; Krauskopf *et al.*, 1995; Narváez-Bertheleot. *et al.*, 1992; Fernández *et al.*, 1998; Moya Anegón y Herrero-Solana, 1999; Russell *et al.*, 2007).

El cambio sustancial que se propone en este trabajo respecto a estudios cuantitativos anteriores sobre la región iberoamericana es la utilización de una fuente alternativa a las bases de datos de Thomson-ISI, la base de datos SCOPUS

TABLA I
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y PRESENCIA ACADÉMICA EN LA WEB Y POBLACIÓN TOTAL DE CADA PAÍS

País	Artículos SCOPUS		Solicitudes de patentes PCT (país inventor)		Presencia web	Población (×10 ⁶)
	1996-2000	2001-2005	1996-2000	2001-2005	Enero 2006	2000
Andorra	12	22	9	10	0	0,08
Argentina	22888	28104	79	251	27	36,9
Bolivia	430	546	2	8	1	8,32
Brasil	55301	87210	669	1387	72	174,16
Chile	9145	13548	28	88	19	15,41
Colombia	3032	4711	20	128	17	39,78
Costa Rica	1185	1490	11	33	7	3,93
Cuba	3295	4110	32	80	1	11,14
Ecuador	618	845	5	21	1	12,31
El Salvador	150	251	4	4	1	6,2
España	127324	170515	2239	4844	83	40,26
Guatemala	284	317	3	2	2	11,23
Honduras	139	145	1	3	0	6,2
México	26144	37310	287	714	35	97,97
Nicaragua	149	162	1	0	1	5,11
Panamá	457	722	5	10	1	2,95
Paraguay	138	161	0	2	1	5,35
Perú	948	1634	8	13	9	25,66
Portugal	16124	27638	91	253	24	10,23
Rep. Dominicana	11	27	2	6	0	8,74
Uruguay	1543	2094	12	43	2	3,3
Venezuela	5565	6821	26	22	9	24,31
Mundo	5729873	7206848	334130	581749	4000	

Nota: Método de atribución completo. Fecha de solicitud para las patentes. Presencia web: Número de instituciones académicas en el top 4.000 mundial.

Fuentes: SCOPUS, PATSTAT, YAHOO. Banco Mundial para los datos de población (World Development Indicators database, Abril 2009, www.worldbank.org)

de Elsevier. Otros autores han utilizado otras fuentes alternativas como PASCAL (Roche y Polanco, 2004), pero SCOPUS está conquistando terreno al poseer una cobertura temática, de países, idiomas y editores bastante equilibrada (Ball y Tunger, 2006; Archambault *et al.*, 2009). A partir de un estudio donde se analiza la producción y citas de SCOPUS vs WOS Archambault *et al.* (2009) determinaron que ambas fuentes son herramientas muy robustas para la cuantificación de la ciencia a nivel país teniendo en cuenta que las dinámicas de producción del conocimiento se pueden medir utilizando indicadores bibliométricos. Por tanto, la utilización de SCOPUS viene determinada por dos factores fundamentales: su validez como herramienta para los análisis métricos y la mejor cobertura (por mayor cantidad de documentos y citas recogidas) para la región iberoamericana (Moya Anegón *et al.*, 2007).

Los datos utilizados fueron extraídos en julio de 2008 de la plataforma SJR (SCImago Journal Rank) generada por el grupo SCImago con datos SCOPUS. El periodo cronológico abarca desde 1996 hasta 2005. A partir del campo COUNTRY de la base de datos SCOPUS

se obtuvo información sobre la producción total durante el periodo (recuento de documentos recogidos en esa base para cada uno de los países y años) y las citas recibidas por cada uno de los países.

Todos los países iberoamericanos mantienen una evolución constante en su producción científica entre 1996 y 2005, produciéndose en 2001 un aumento significativo del volumen de producción para España y Brasil y en 2002 para Argentina. Prácticamente todos los países duplican su producción en el periodo, constatándose, en cualquier caso, que la comunidad iberoamericana tiende a acercarse a la corriente principal (*mainstream*) de la ciencia con sus hábitos de

publicación de los resultados de investigación (Krauskopf *et al.*, 1986; Fernández *et al.*, 1998).

En cuanto a la evolución temporal entre los periodos 1996-2000 y 2001-2005 (Tabla I), los aumentos de producción más significativos en artículos científicos indizados en SCOPUS entre los dos periodos analizados se han producido en Perú, Portugal y El Salvador, dándose menores incrementos en Paraguay, Venezuela y Costa Rica. Los países más productivos, a pesar de su volumen, muestran tasas de variación significativas, sobre todo Brasil.

En la Figura 1 México se presenta como el país cuya media de documentos citados es la más alta del dominio, a pesar de que su cuota de citas respecto al total mundial es bastante inferior a su cuota de producción. Las publicaciones científicas de autores mexicanos reciben casi 0,60 citas por documento, unas tres veces más que las recibidas por los dos siguientes países mejor situados de Iberoamérica: República Dominicana y Andorra, ambos países pequeños con pocos documentos que reciben más citas que la media. La gran diferencia observada entre México y el resto de los países iberoame-

ricanos en cuanto a visibilidad de sus publicaciones científicas (en términos de citas recibidas) puede deberse en cierta medida a coautorías con autores de EEUU, tanto por su cercanía geográfica, como posiblemente también gracias al retorno de estudiantes mexicanos con doctorados en universidades de ese país.

Otros países muy productivos en términos de número de publicaciones científicas, como España, Argentina y Brasil, obtienen sin embargo ratios muy bajas de citas por documento (<0,15). Este hecho debe ir cambiando paulatinamente, como se pone de manifiesto en Moya Anegón *et al.* (2009), donde se aprecia que España no solo está incrementando sus tasas de producción relativas al mundo, sino que poco a poco está mejorando también sus ratios de visibilidad. En cualquier caso y debido al tiempo que necesita un trabajo para ser citado después de su publicación, son más evidentes e inmediatas de computar las mejoras en producción, mientras que los datos de visibilidad necesitan más tiempo para poder ser calculados.

Producción Tecnológica

La Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT) y organismos internacionales tales como CEPAL, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) publican estadísticas sobre diferentes tipos de patentes con inventores o titulares residentes en países iberoamericanos. Sin embargo, no todos los países de la región están igualmente representados, dados sus diferentes niveles de desarrollo, tanto económico como científico-tecnológico; por ello, las patentes son un indicador mucho menos utilizado en estudios económicos sobre países en vías de desarrollo que sobre países desarrollados, dado su reducido número en los primeros (Albornoz, 2001). En cualquier caso, siempre que se utilizan las patentes como indicador de la producción tecnológica de un país, se deben tener presentes tres factores importantes: no todas las invenciones son patentables, no se solicitan patentes para todas las invenciones, y solo unas pocas son de gran valor (Griliches, 1990; OECD, 2009), consideraciones que pueden revelarse aún más importantes en los países en vías de desa-

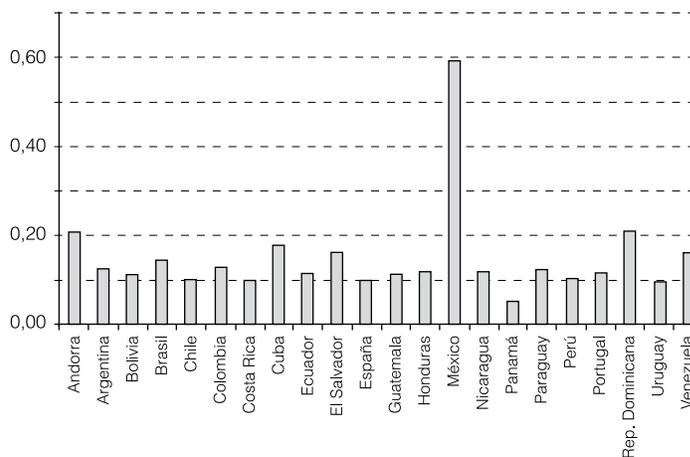


Figura 1. Citas por documento de países iberoamericanos, 1996-2005. Fuente: SCOPUS.

rollo.

Los datos sobre patentes utilizados en este estudio proceden de la base de datos sobre estadísticas de patentes de la Oficina Europea de Patentes (OEP), PATSTAT, en su versión octubre 2008. PATSTAT es una base de datos con cobertura mundial de muy reciente creación (primera edición en abril 2006), diseñada especialmente para facilitar la elaboración por parte del usuario de estadísticas de patentes a medida y a gran escala, lo cual ha beneficiado mucho la investigación empírica reciente con patentes. Para el presente estudio se ha extraído información de PATSTAT sobre solicitudes PCT (Tratado de Cooperación de Patentes) realizadas entre 1996 y 2005 con inventores residentes en cada uno de los 22 países iberoamericanos.

Las solicitudes PCT dan la oportunidad de extender la protección de una invención a la mayoría de países del mundo (firmantes del tratado PCT que administra la OMPI) a un costo mucho menor que el asociado a solicitar protección en cada una de las autoridades nacionales, además de proporcionar un tiempo adicional al solicitante para valorar dónde merece la pena realmente hacerlo (OECD, 2009). Es un indicador que por tanto impone a la vez un mínimo filtro de calidad y elimina sesgos nacionales.

La Figura 2 compara la cuota mundial de solicitudes PCT en Latinoamérica y en la Península Ibérica para el periodo 1996-2005, con las cuotas mundiales de otros dos indicadores de patentes utili-

zados en la literatura y las estadísticas nacionales e internacionales: las patentes concedidas por la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO) y las solicitudes de patentes en la OEP. Resulta evidente que las solicitudes PCT son el indicador más generoso con Latinoamérica (0,43% de la cuota mundial de solicitudes PCT, frente a 0,30% de solicitudes OEP y 0,12% de patentes concedidas por USPTO). A pesar de proporcionar una visión parcial de la innovación, ya que contemplan solamente patentes concedidas y con validez en EEUU, muchos estudios sobre Latinoamérica se han basado únicamente en datos procedentes de la USPTO, tal vez porque han sido tradicionalmente los más accesibles (Plaza y Albert, 2001; BID, 2006). La Península Ibérica también está bastante bien representada en el eje PCT (0,81%), pero alcanza su mayor valor en solicitudes OEP (0,90%), seguramente debido a la proximidad geográfica y a que tanto España como Portugal son miembros del Convenio Europeo de Patentes (EPC) que rige la OEP.

En cuanto a la evolución temporal por país entre los periodos 1995-2000 y 2001-2006 (Tabla I), hay que destacar que España y Brasil, seguidos por México, duplicaron el número de solicitudes de patentes internacionales con inventores residentes en su territorio entre los dos periodos y presentan una tendencia creciente continua, siendo además los países iberoamericanos con el mayor número de solicitudes en cada uno de los dos periodos. España y Brasil lideran a los países ibero-

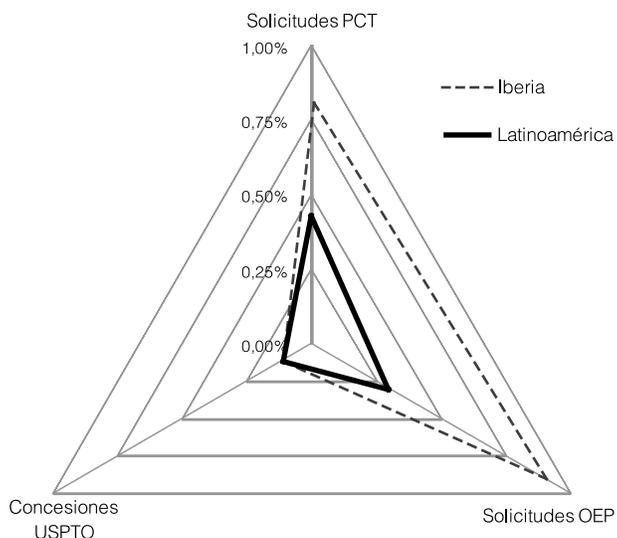


Figura 2. Cuotas mundiales de patentes, 1996-2005. País del inventor, recuento completo. Fecha de solicitud. Nota: Iberia incluye España, Portugal y Andorra. Latinoamérica incluye el resto de países iberoamericanos. Fuente: PATSTAT.

americanos tanto en materia de patentes, como en inversión total en investigación y desarrollo (I+D), y son además los dos países iberoamericanos, junto con Uruguay, con una mayor participación del sector empresarial en la ejecución de la I+D, tradicionalmente dominado por el sector educativo en América Latina (CEPAL, 2008).

Entre los países que partían de posiciones menos aventajadas

ha habido tanto aumentos significativos (por ejemplo en Colombia), así como reducciones en el número de solicitudes con inventores residentes (Venezuela, Guatemala, Nicaragua), predominando el crecimiento en número de solicitudes internacionales para invenciones generadas en la región iberoamericana entre los dos periodos considerados (Tabla I).

Presencia Web de Instituciones Académicas

Desde finales de los años 90 se vienen realizando estudios cibernéticos sobre la web académica latinoamericana (Smith, 1999), aunque con un alcance limitado. El Laboratorio de Cibermetría del CSIC empezó a realizar estudios que progresivamente fueron aumentando la cobertura, analizando las principales universidades (Aguillo, 2005 a, b; Aguillo *et al.*, 2005, 2007). Otros autores están realizando actualmente este tipo de estudios en la región (Macías-Chapula, 2002; Vanti, 2007).

Los datos para el análisis cibernético fueron recolectados en enero 2006 utilizando el buscador Yahoo Search, que es la mejor opción para la realización de estudios cibernéticos dada su superioridad en medir enlaces a dominios sobre el buscador Google, que solo proporciona enlaces a páginas individuales. Los valores fueron extraídos para los 4000 primeros clasificados de un Ranking Web conjunto de universidades y centros de investigación de todo el mundo. Hay más información sobre la metodología

TABLA II
DISTRIBUCIÓN DE PRESENCIA WEB: TOP 4000, ENERO 2006

País	Univ.	CPI	Total	País	Univ.	CPI	Total
Argentina	26	1	27	Bolivia	1		1
Brasil	62	10	72	Costa Rica	5	2	7
Chile	17	2	19	Ecuador	1		1
Colombia	14	3	17	Guatemala	2		2
Cuba	1		1	Nicaragua		1	1
España	62	21	83	Panamá	1		1
México	28	7	35	Paraguay	1		1
Perú	7	2	9	El Salvador	1		1
Portugal	23	1	24	Uruguay	1	1	2
Venezuela	7	2	9	Iberoamérica	260	53	313

Univ.: universidades, CPI: centros públicos de investigación. Fuente: YAHOO

utilizada en las sedes web de los Rankings (www.webometrics.info), que clasifican más de 15000 organizaciones en 1996 (la cifra en 2009 supera los 22000), de acuerdo a un indicador Web combinado, construido a partir de un ratio 1:1 entre el tamaño de la sede web (considerando páginas, documentos y artículos) y la visibilidad de la misma, medida a través de los enlaces entrantes externos.

El límite fue establecido en 4000 para excluir organizaciones muy pequeñas, o los llamados *junior colleges* que solo ofrecen titulaciones menores. De los 22 países iberoamericanos el listado finalmente incluyó instituciones de 19, quedando fuera República Dominicana, Andorra, y Honduras.

En total se analizaron 313 organizaciones iberoamericanas, de las cuales

sistemas de I+D nacionales, su colaboración internacional y la movilidad de sus investigadores. Institucionalmente, son las universidades las mejor representadas, aunque ello se podría deber a un efecto arrastre, dado que suelen intercambiar enlaces entre ellas más frecuentemente que con otras organizaciones, aunque como receptores de enlaces cuentan con una gran diversidad de terceras partes que las ligan. También hay que tener en cuenta que en 2006 muchas instituciones de investigación no tenían aún sedes web que calificaran entre las primeras, lo que explicaría la ausencia de importantes centros de investigación argentinos en el ranking, tal como se refleja en la Tabla II. Por último, la Tabla III muestra las 20 primeras instituciones de acuerdo a indicadores web (Aguillo *et al.*, 2008), que en general son las de mayor tamaño, aunque las tecnológicas se encuentran también en posiciones favorables. La causa de estas posiciones privilegiadas deriva tanto de la rápida adopción de la web por los centros tecnológicos así como por la relación directa entre el número de autores potenciales de páginas web y el número de profesores y estudiantes de las universidades.

TABLA III
LAS 20 PRINCIPALES ORGANIZACIONES IBEROAMERICANAS EN LA WEB: TOP 4000, ENERO 2006

Organización	País	Orden* región	Orden* mundial
Universidad de São Paulo	Brasil	1	113
Universidad Nacional Autónoma de México	México	2	142
Universidad Estatal de Campinas	Brasil	3	231
Universidad Complutense Madrid	España	4	276
Universidad de Chile	Chile	5	282
Universidad Politécnica de Cataluña	España	6	299
Universidad Politécnica de Madrid	España	7	305
Universidad de Barcelona	España	8	309
Consejo Superior de Investigaciones Científicas	España	9	319
Universidad de Valencia	España	10	358
Universidad de Granada	España	11	369
Universidad Autónoma de Barcelona	España	12	379
Universidad Autónoma de Madrid	España	13	397
Universidad de Zaragoza	España	14	402
Universidad de Porto	Portugal	15	404
Universidad Técnica de Lisboa	Portugal	16	409
Universidad Politécnica de Valencia	España	17	420
Universidad de Coimbra	Portugal	18	424
Universidad de Sevilla	España	19	472
Universidad Federal de Santa Catarina	Brasil	20	475

* Orden (posición a nivel regional y mundial) obtenido mediante un índice combinado del número de páginas, ficheros ricos, trabajos académicos y la visibilidad web de acuerdo al número de enlaces externos recibidos. Enero 2006. Fuente: YAHOO.

Análisis Comparativo

Numerosos estudios han mostrado la existencia de una relación significativa entre la producción científica y tecnológica de los países (OECD, 2009), aunque la mayoría se han centrado en países desarrollados y pocos han analizado regiones con tal grado

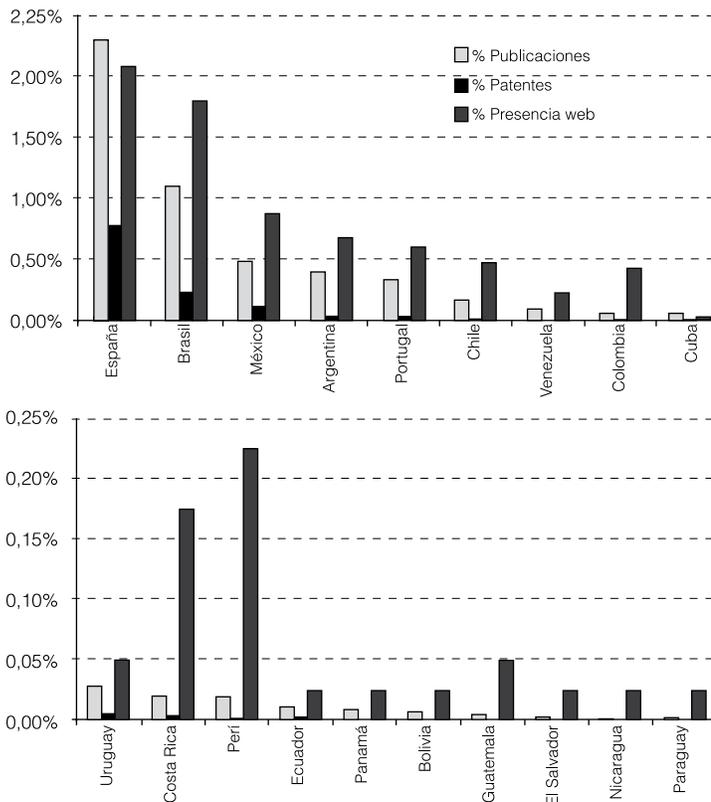


Figura 3. Cuota mundial de producción científica y tecnológica 1996-2005 y web 2006 de los países iberoamericanos (ordenados según cuota mundial de publicaciones). Fuentes: SCOPUS, PATSTAT, YAHOO

de diversidad económica, política e institucional como la que caracteriza a Iberoamérica. El objetivo en este apartado es proporcionar una sencilla comparación tridimensional de los países iberoamericanos para ilustrar cómo dichos países adoptan diferentes perfiles en la escena mundial, sin olvidar las limitaciones de un primer acercamiento descriptivo y agregado a la cuestión como el presente.

El análisis comparativo consta de dos partes. En primer lugar, se presenta la cuota mundial de publicaciones, patentes y presencia web de los países iberoamericanos, y en segundo lugar se muestra el posicionamiento de los países latinoamericanos (excluidos los países de la Península Ibérica: España, Portugal y Andorra) respecto a publicaciones, patentes y número de instituciones académicas en el top 4000 del ranking mundial de presencia web, normalizando los indicadores por la población de cada país.

Iberoamérica: cuotas mundiales por indicador

Entre 1996 y 2005, España, Brasil y México fueron los países iberoamericanos con una mayor cuota mundial de publicaciones recogidas en SCOPUS, seguidos de Argentina, Portugal, Chile y Venezuela (Figura 3). Los mismos países se

mantienen en las primeras posiciones en cuanto a número de solicitudes de patentes PCT según el país del inventor, con España, Brasil y México en el top 3, pero con ligeros cambios en los puestos que siguen. En cuanto a la presencia web, las primeras posiciones del ranking en enero 2006 también corresponden a los países más productivos en publicaciones científicas y patentes.

El patrón es distinto para los países menos productivos, como Costa Rica y Perú, dos países muy diferentes, destacando entre los demás en su presencia web, a pesar de tener menos publicaciones y patentes que otros países, aunque tal diferencia se deba sobre todo a razones estructurales de sus sistemas académicos, ya que en Costa Rica una sola universidad monopoliza el sistema y Perú está dominado por unas pocas universidades vertebradoras que apenas dejan fuera otras instituciones relevantes. Por otro lado, Uruguay, por ejemplo, tiene mucha menos presencia en el ranking web que otros países con cuotas similares de publicaciones y patentes porque tiene muchas facultades con dominios distintos al de la Universidad de la República, lo que dificulta que alcance posiciones más

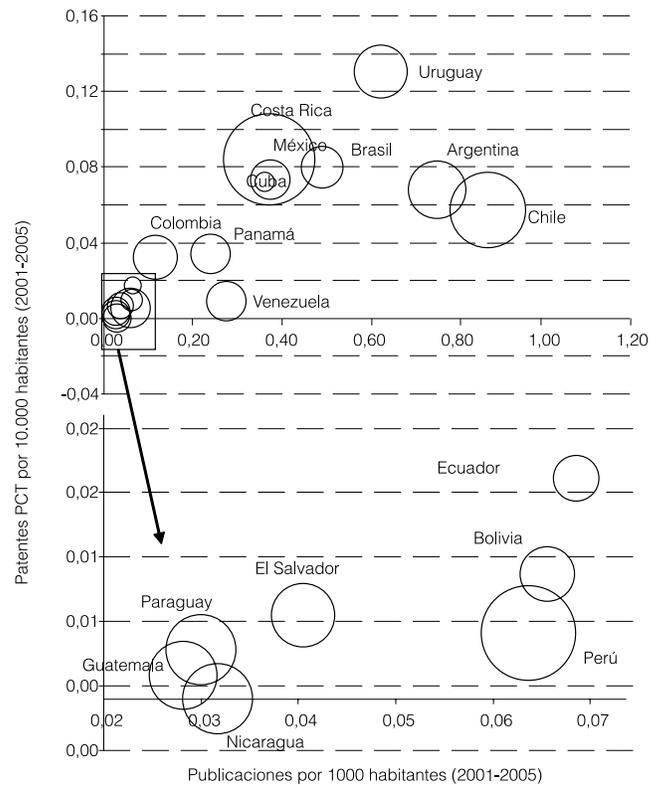


Figura 4. Posicionamiento de los países latinoamericanos. Producción científica/tecnológica (2001-2005), web (enero 2006), normalizado por población.

Nota: El tamaño de las esferas representa el número de páginas web de instituciones académicas (universidades y centros de investigación) en el top 4.000 mundial de enero 2006 por millón de habitantes. La segunda figura es un zoom del anterior.

Fuentes: SCOPUS, PATSTAT, YAHOO y Banco Mundial (World Development Indicators Database) para los datos de población total.

avanzadas en el ranking al tener una presencia web más “fraccionada”.

Latinoamérica: indicadores per capita

Para reflejar en una sola imagen el posicionamiento *per capita* de cada país de Latinoamérica (excluidos España, Portugal y Andorra) respecto a las tres dimensiones de interés, se ha situado en el eje horizontal la producción científica de autores nacionales en SCOPUS para el periodo 2001-2005 dividida por la población en 2000, y en el eje vertical el número de solicitudes PCT 2001-2005 con inventores nacionales dividida por la población en 2000. El tamaño de las esferas está determinado por el número de páginas web de las universidades y centros de investigación de los países presentes en el ranking web mundial top 4000 en enero 2006 dividido por la población.

Como muestra la Figura 4, la relación entre número de publicaciones por 1000 habitantes y solicitudes PCT por 10000 es claramente positiva. Bra-

sil y México, ocupan un lugar destacado respecto a los tres indicadores, pero de nuevo se observa que los países con mayor presencia web *per capita* no son siempre los más productivos desde el punto de vista científico-tecnológico. Costa Rica y Chile resultan ser los países con más páginas web académicas por millón de habitantes incluidas en el top 4000 del ranking mundial de presencia web, seguidos por Argentina y Uruguay.

Discusión

Los resultados de este primer estudio comparativo parecen indicar que a partir de cierto nivel de desarrollo económico y científico un país avanza a la par en los tres tipos de indicadores, mientras que en países menos desarrollados, la incidencia de determinadas políticas o inversiones en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) puede afectar de forma muy importante a la presencia web, con resultados inmediatos. Por otro lado, la productividad científica y tecnológica requiere inversiones constantes y duraderas que solo proporcionan resultados visibles al cabo del tiempo, y se mantienen en sistemas de I+D maduros, mientras que pueden tener trayectorias más erráticas en los países en vías de desarrollo.

Entre los factores estructurales que podrían causar las diferencias observadas habría que citar la distribución y peso relativo de las grandes universidades públicas de cada país. Así es posible que, al filtrar las instituciones por la posición dentro del ranking de los primeros 4000, ciertos países tengan mejor representación proporcional, como es el caso de Costa Rica y Perú. Caso contrario es el de Brasil, con una muy amplia oferta de pequeñas facultades, que se clasifican en posiciones muy retrasadas, aunque esto no afecta su posición como país en el ranking dadas las posiciones tan avanzadas que ocupan la Universidad de Sao Paulo, la de Campinas o la Universidad Federal de Santa Catarina en el ranking web.

También hay que pensar que los indicadores cibernéticos tienen en cuenta misiones académicas no ligadas a la actividad investigadora como la docencia y valoran el prestigio local o regional además del internacional, lo grado este último a través de publicaciones científicas. Es lógico suponer que las actividades docentes jugarán un papel más importante en las grandes universidades públicas latinoamericanas,

donde la web constituye un instrumento esencial de comunicación con alumnos y profesores, como la Universidad de Sao Paulo o la de Campinas en Brasil, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Chile, todas ellas en los primeros puestos del ranking de presencia web para Iberoamérica. Se trata de universidades del sector público que están más dispuestas a compartir en abierto sus contenidos, algo a lo que las universidades privadas suelen ser reticentes. En un futuro sería aconsejable segregar los distintos componentes de la presencia web para realizar análisis comparativos más consistentes. La base de datos Google Scholar puede ser determinante para lograr dicho objetivo, pero debe mejorar considerablemente sus prestaciones y rigurosidad antes de que esto sea viable.

Un análisis de este tipo también ayudaría a entender mejor cómo se combinan estratégicamente publicaciones científicas, patentes y presencia web en la proyección internacional de cada una de las instituciones académicas de la región, así como un estudio de la producción científica y tecnológica de las instituciones académicas iberoamericanas por disciplinas científicas y áreas tecnológicas proporcionaría una visión más ajustada sobre las opciones de desarrollo de los países iberoamericanos, indicando cuáles apuestan más claramente por la investigación en alta tecnología y cuáles por sectores más tradicionales.

Conclusiones

Tres conclusiones principales emergen de este primer análisis exploratorio conjunto de indicadores científicos, de patentes y de presencia web. Primero, los países más productivos científicamente suelen ser los más productivos tecnológicamente, y cuentan con una presencia web más importante. España y Brasil lideran en patentes, publicaciones científicas e instituciones académicas con mayor presencia web, reflejando, entre otras cosas, el mayor esfuerzo de inversión que hacen en investigación y desarrollo en comparación a otros países de la región.

Segundo, por debajo de un cierto nivel de producción científica y tecnológica, no parece haber una relación clara entre producción y presencia web de las instituciones académicas de un país. Varios factores pueden causar esta diferencia, desde factores estructurales relacionados con la vertebración del sistema académico en cada país,

hasta el nivel de implantación de las TIC en el país, o el hecho que la presencia web está determinada por diferentes misiones académicas, no solamente la investigación, sino también la docencia.

Una tercera conclusión es que resulta importante elegir bien el indicador, y para regiones como Iberoamérica, la opción aquí seguida ha sido elegir aquellos que sean lo más inclusivos posible sin olvidar que necesitan haber pasado un mínimo filtro de calidad. Nuestra elección, de acuerdo con estos principios, ha sido por tanto: SCOPUS para los artículos científicos, solicitudes internacionales PCT para las patentes, y presencia entre los top 4000 del ranking web mundial de instituciones académicas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la contribución de CEPAL y la ayuda de Sebastián Rovira para la realización de los tres informes independientes realizados para CEPAL en 2008, cada uno basado en un tipo de indicador, de los cuales surgió la idea de hacer el análisis comparativo aquí presentado.

REFERENCIAS

- Aboites J, Domínguez JM, Beltrán T (2004) *La tríada innovadora. I y D en el Instituto Mexicano del Petróleo. Siglo XXI / Instituto Mexicano del Petróleo*. México. 222 pp.
- Aguillo IF (2005a) Evaluación de la presencia en el Web de la UNAM y otras universidades mexicanas. *Rev. Dig. Univ.* 6(8), 10/08/2005. www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art83/int83.htm.
- Aguillo IF (2005b) Indicadores de contenidos para la web académica iberoamericana. *BiD: Textos Universitarios de Biblioeconomía Documentación*, N° 15. www2.ub.edu/bid/consulta_articulos.php?fichero=15aguill1.htm
- Aguillo IF, Granadino B, Llamas G (2005) Posicionamiento en el Web del sector académico iberoamericano. *Interciencia* 30: 1-5.
- Aguillo IF, Ortega JL, Prieto JA, Granadino B (2007) Indicadores Web de actividad científica formal e informal en Latinoamérica. *Rev. Esp. Doc. Cient.* 30: 49-60.
- Aguillo IF, Ortega JL, Fernández M (2008) Webometric ranking of world universities: Introduction, methodology, and future developments. *Higher Educ. Eur.* 33: 233-244
- Albornoz M (2001) Política científica y tecnológica. Una visión desde América Latina. *Rev. Iberoam. Cienc. Tecnol. Soc. Innov.* 1 (Set-Dic) (<http://www.oei.es/revistacts/numero1/albornoz.htm>).
- Archambault E, Campbell D, Gingras Y, Larivière V (2009) Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Sci-

- ence and Scopus. *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.* 60: 1320-1326.
- Ball R, Tunger D (2006) Science indicators revisited - Science citation index versus SCOPUS: A bibliometric comparison of both citation databases. *Inf. Serv. Use* 26: 293-301
- BID (2006) *Educación, Ciencia y Tecnología en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington DC, EEUU. 140 pp.
- CEPAL (2008) *Espacios Iberoamericanos: la Economía del Conocimiento*. Naciones Unidas. Santiago de Chile. www.cepal.org/publicaciones/xml/9/34459/EspacioIberoIII.pdf
- Fernández MT, Gómez Caridad I, Sebastián J (1998) La cooperación científica de los países de América Latina a través de indicadores bibliométricos. *Interiencia* 23: 328-337.
- Griliches Z (1990) Patent statistics as economic indicators: a survey. *J. Econ. Lit.* 28: 1661-1707.
- Guzmán MV, Sotolongo G, Sanz E (1998) Producción científica y tecnológica de vacunas en Iberoamérica. *Vaccinmonitor* 7: 2-13.
- Krauskopf M, Pessot R, Vicuna R (1986) Science in Latin America How much and along what lines? *Scientometrics* 10: 199-206.
- Krauskopf M, Vera MI, Krauskopf V, Welljams-Dorof A (1995) A citationist perspective on science in Latin America and the Caribbean, 1981-1993. *Scientometrics* 34: 3-25.
- Lewis G, Fawcett-Jones A, Kessler C (1993) Latin American scientific output 1986-91 and international co-authorship patterns. *Scientometrics* 27: 317-336.
- Macías-Chapula C (2002) Bibliometric and webometric analysis of health system reforms in Latin America and the Caribbean. *Scientometrics* 53: 407-427
- Moya Anegón F, Herrero-Solana V (1999) Science in Latin America: A comparison of bibliometric and scientific-technical indicators. *Scientometrics* 46: 299-320.
- Moya Anegón F, Chinchilla Rodríguez Z, Vargas-Quesada B, Corera-Álvarez E, González-Molina A, Muñoz Fernández FJ, Herrero-Solana V (2007) Coverage analysis of Scopus: a journalmetric approach. *Scientometrics* 73: 53-78.
- Moya Anegón F, Chinchilla Rodríguez Z, Corera-Álvarez E, González-Molina A, Hassan Montero Y, Vargas-Quesada B (2009) *Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española 2007*. FECYT. Madrid, España. 523 pp.
- Narváz Berthelemot N, Frigoletto LP, Miquel JF (1992) International scientific collaboration in Latin America. *Scientometrics* 24: 373-392.
- OECD (2008) *Patent Statistics Compendium 2008*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. París, Francia. 38 pp.
- OECD (2009) *Patent Statistics Manual*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. París, Francia. 158 pp.
- Plaza L, Albert A (2001) La ciencia básica al servicio del desarrollo tecnológico. Principales indicadores para países de América Latina. *V Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología* (15-18/10/2001) Montevideo, Uruguay. www.ricyt.edu.ar
- Roche I, Polanco J (2004) Producción de datos bibliométricos sobre América Latina en la base de datos multidisciplinaria PASCAL. Dos estudios subregionales: el MERCOSUR y los Países Andinos. *VI Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología*. RICYT. 115 pp.
- Russell JM, Ainsworth S, del Río JA, Narváz-Berthelemot N, Cortés HD (2007) Colaboración científica entre países de la región latinoamericana. *Rev. Esp. Doc. Cient.* 30: 180-198.
- Smith AG (1999) The Impact of Web sites: a comparison between Australasia and Latin America. *INFO'99 - Congreso Internacional de Información* (04-10/10/1999). La Habana, Cuba. www2.vuw.ac.nz/staff/alastair_smith/publns/austlat/ (Cons. 04/04/2009).
- Vanti N (2007) Application of Web indicators to the Latin-American academic sites in Social Sciences. *Braz. J. Inf. Sci.* 1: 2-46.
- WORLD BANK (2009) World Development Indicators database. www.worldbank.org

NATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PRODUCTIONS AND INTERNET PRESENCE OF IBEROAMERICAN ACADEMIC INSTITUTIONS

Isidro F. Aguillo, Elena Corera-Álvarez and Catalina Martínez

SUMMARY

The objective of this study is to show three different aspects of the scientific and technological reality of Iberoamerican countries: their scientific production, in terms of scientific publications; their technological production, in terms of international patent applications; and the presence of their universities and public research centres on the Internet. A first comparative analysis indicates that the most productive countries in sci-

ence usually tend to be the ones most productive technologically too. However, below a certain level there does not seem to be a clear relation between national scientific-technological production and presence of academic institutions on the Internet. Several hypotheses aiming to explain these differences are advanced.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NACIONAL E PRESENÇA WEB DE INSTITUIÇÕES ACADÊMICAS EM IBEROAMÉRICA

Isidro F. Aguillo, Elena Corera-Álvarez e Catalina Martínez

RESUMO

O objetivo deste trabalho é mostrar três aspectos diferentes da realidade científica e tecnológica dos países iberoamericanos: sua produção científica, em termos de publicações científicas; sua produção tecnológica, em termos de solicitações internacionais de patentes; e a presença na web de suas universidades e centros públicos de investigação. Uma primeira análise comparativa mostra que os países mais produtivos cientificamente,

costumam também ser mais produtivos tecnologicamente. No entanto, abaixo de um certo nível de produção científica e tecnológica não parece haver uma relação clara entre produção nacional científico-tecnológica e presença web de suas instituições acadêmicas. São lançadas várias hipóteses para tratar de explicar estas diferenças.