

Indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología

El Manual de Santiago: una guía para medir la internacionalización de la I+D

JESÚS SEBASTIÁN*

1. ¿Por qué indicadores de internacionalización de la I+D?

La historia de la ciencia nos enseña que en los avances en el conocimiento científico casi siempre ha estado presente la dimensión internacional, pero ésta se ha acelerado exponencialmente en los últimos tiempos. Existen múltiples factores que contribuyen a la internacionalización de la ciencia y la tecnología. Entre ellos se encuentra la creciente necesidad de complementación para el desarrollo de la investigación debido a la interdisciplinariedad, el abordaje de problemas complejos e interdependientes, la participación en infraestructuras y equipamientos singulares o la optimización de los grupos de investigación. Asimismo, la generalización de las temáticas actúa como un elemento de cohesión de las comunidades científicas a nivel internacional y la estandarización de indicadores comunes para la I+D está contribuyendo a universalizar enfoques y metas en las políticas científicas. Otros factores no menos importantes son los programas de fomento de la cooperación internacional, el desarrollo de las TIC y las facilidades para la movilidad.

La internacionalización de la ciencia se expresa de numerosas maneras, que pueden dar lugar al diseño de indicadores para su medición y la caracterización del grado y naturaleza de la internacionalización de la investigación de un país o una institución.

Entre las diferentes manifestaciones o expresiones de la internacionalización se puede señalar la movilidad internacional de estudiantes de posgrado. La formación doctoral y posdoctoral, que tradicionalmente ha generado un importante flujo de estudiantes entre los países desarrollados y entre los países de menor desarrollo con los de mayor desarrollo, se ha incrementado mediante programas y políticas explícitas de captación de estudiantes extranjeros. La atracción de estudiantes graduados es especialmente notable en Estados Unidos, observándose un incremento continuado a lo largo de los últimos años. En el caso de los investigadores posdoctorales, 25.430 eran extranjeros en 2002, representando el 56% del total.

La movilidad de investigadores está experimentando un creciente aumento como resultado del incremento de la colaboración científica y el auge de las redes de investigación. Por otra parte, flujos migratorios de investigadores están dinamizados por el desarrollo de la economía del conocimiento y la competencia internacional por superar carencias nacionales de investigadores y tecnólogos. Las demandas y facilidades de los países más desarrollados, que han generado tradicionalmente corrientes migratorias de científicos desde los países de menor desarrollo, se están profundizando en la actualidad, con las consiguientes consecuencias para estos últimos. Los procesos de "brain drain" y "brain gain" tienen actualmente importantes consecuencias

* Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España (correo electrónico: jsebastian@cindoc.csic.es).

para el desarrollo y estabilización de las capacidades científicas y tecnológicas de los países, por lo que el conocimiento detallado de los mismos es fundamental para sustentar las políticas de formación y empleo de científicos y tecnólogos.

Las actividades internacionales de I+D diversifican las fuentes de financiación, produciéndose transferencias entre países como consecuencia de inversiones directas, cofinanciaciones, pago de cuotas, préstamos y donaciones.

La asociabilidad en la investigación es una manifestación explícita de la internacionalización, que se expresa en el creciente peso de la dimensión internacional en la producción científica. Los estudios bibliométricos de las publicaciones científicas muestran un gran crecimiento del número de copublicaciones internacionales (publicaciones científicas firmadas por autores de más de un país). Alemania y Francia han pasado de tener un 10% de su producción científica indexada como copublicaciones internacionales a finales de la década de 1970 a un 34% a finales de los años noventa. En este período Estados Unidos ha pasado del 5,6% al 18% y Japón, del 3,5% al 16%. La clara tendencia en el incremento del número de copublicaciones internacionales, tanto en los países de mayor como en los de menor desarrollo, muestra que la colaboración internacional es actualmente un componente intrínseco de los procesos de generación de conocimiento, independientemente de las capacidades existentes.

La internacionalización ofrece muchas oportunidades, pero también plantea amenazas causadas por las asimetrías en las asociaciones, la escasa idoneidad y compromiso de los socios, la falta de liderazgos y la dependencia.

La importancia actual de la dimensión internacional en la organización de los sistemas de ciencia y tecnología y en los procesos de generación, difusión y utilización del conocimiento justifican el diseño de herramientas para medir tanto la intensidad de esta dimensión, como su evolución y las características de la misma en las instituciones de I+D y los sistemas nacionales.

168

2. Utilidad de los indicadores de internacionalización de la I+D

El diseño de un sistema de indicadores de internacionalización de la I+D tiene diferentes utilidades:

- Facilita la sensibilización de los actores y países sobre las oportunidades y características de la internacionalización de los sistemas de ciencia y tecnología. Los indicadores en el ámbito de la I+D tienen actualmente no sólo un papel instrumental para la medición de determinados parámetros, sino que ayudan a construir un marco operativo para el diseño y desarrollo de políticas. En este sentido la existencia de un sistema de indicadores de internacionalización puede inducir a una mejor percepción sobre su significado y pertinencia.
- Facilita los procesos de autoevaluación del grado de internacionalización de instituciones de I+D y de los sistemas de ciencia y tecnología de los países. Los indicadores contribuyen a sistematizar las múltiples expresiones de la internacionalización, permitiendo diagnosticar fortalezas y debilidades, además de ofrecer información sobre el modelo de internacionalización.
- Facilita la elaboración, seguimiento y evaluación de políticas explícitas de fomento de la internacionalización. En la medida que la internacionalización se está convirtiendo en un objetivo de las políticas científicas, la existencia de un sistema de indicadores organizado por la tipología de actividades y de resultados de la I+D, simplifica los procesos de seguimiento y evaluación ex post.
- Permite, de acuerdo con los objetivos de la RICYT, los análisis comparados entre los países que participan en ella en cuanto a la intensidad y características de la

dimensión internacional de sus sistemas de ciencia y tecnología.

- Facilita el diseño, implementación y seguimiento de estrategias y programas multilaterales de fomento de la cooperación internacional, entendiendo la cooperación como un instrumento fundamental para la internacionalización de la I+D.

3. Proceso de elaboración del Manual de Santiago

El Manual se ha elaborado por mandato del VI Congreso de la RICYT, celebrado en 2004, dentro de la política de la red de abrir nuevos ámbitos para la medición de las actividades de I+D. La metodología para el diseño de los indicadores ha incluido las siguientes etapas:

- Análisis de los indicadores de internacionalización utilizados por los principales organismos que elaboran indicadores de ciencia y tecnología, especialmente la OCDE, la NSF y la Unión Europea.
- Primer taller de expertos,¹ celebrado en 2005 en Santiago de Chile, para analizar el papel de la RICYT en la elaboración de una familia de indicadores de internacionalización, definir los enfoques y criterios para la selección de los indicadores y hacer una preselección para analizarlos en mayor profundidad. Se analizaron las diferentes modalidades de expresión de la dimensión internacional en los componentes estructurales y funcionales de un sistema de ciencia y tecnología, así como las modalidades de la proyección internacional de los resultados y productos de la investigación e innovación desde una visión sistémica. El resultado del análisis mostró que la expresión de la internacionalización en cada uno de los componentes analizados es diferente en intensidad y significado. La caracterización de esta heterogeneidad ha sido considerada fundamental para una adecuada selección de los componentes y aspectos que pueden ser más idóneos para la medición de la internacionalización y el diseño de un sistema de indicadores. En el taller se realizó un ejercicio preliminar de caracterización aplicando tres criterios: relevancia, viabilidad y utilidad. Adicionalmente se trató de identificar la naturaleza cualitativa o cuantitativa de los posibles indicadores y la necesidad de estudios para definir esta naturaleza. En general se pudo constatar que los componentes referidos a instrumentos, actividades y resultados pueden ser más sencillos para el diseño de indicadores en una primera etapa que los correspondientes al marco político, al marco institucional y los impactos.
- Constitución de un grupo de trabajo² para elaborar un borrador de manual. El grupo trabajó en red y en dos reuniones en Chile definió los indicadores en cada uno de los componentes, dando lugar a un borrador de manual.
- Segundo taller de expertos,³ celebrado en Santiago de Chile en 2007, para analizar el borrador del manual y definir los aspectos relacionados con la aplicación de los indicadores y la interpretación de los resultados de su aplicación. El segundo

1 Participaron del taller Mario Albornoz (Argentina), Alberto Cabezas (Chile), Álvaro Campo Cabal (Colombia), Rafael Correa (Chile), Enrique D'Etigny (Chile), Margarita Garrido (Colombia), Ximena Gómez de la Torre (Chile), Cristina Lazo (Chile), Anna María Prat (Chile), Julio Raffo (Argentina), Jesús Sebastián (España) y Judith Sutz (Uruguay).

2 El grupo de trabajo estuvo formado por Carlos Bianco (Argentina), Álvaro Campo Cabal (Colombia), Rafael Correa (Chile), Anna María Prat (Chile) y Jesús Sebastián (España).

3 Los participantes en el segundo taller fueron Ignacio Ávalos (Venezuela), Carlos Bianco (Argentina), Rafael Correa (Chile), Enrique D'Etigny (Chile), Regina C. Figueiredo (Brasil), Rafael Hurtado (Colombia), Cristina Lazo (Chile), Lucas Luchilo (Argentina), Anna María Prat (Chile), Inguelore Scheunemann de Souza (Brasil) y Jesús Sebastián (España).

taller se centró, en primer lugar, en la revisión del sistema de indicadores propuesto y en la selección de la llamada "lista corta" y, en segundo lugar, en el desarrollo de la metodología para la implementación de los indicadores de esta lista y en algunas consideraciones sobre el análisis y la interpretación de los resultados de su aplicación.

- Elaboración del manual de la RICYT de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología, denominado Manual de Santiago, en reconocimiento del apoyo recibido por la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICYT) de Chile y la Universidad de Chile.

4. Enfoque RICYT del diseño de indicadores de internacionalización de la I+D

El enfoque de la RICYT para el diseño de los indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología se caracteriza por entender la internacionalización como un *proceso dual* mediante el cual, por una parte, la dimensión internacional se incorpora y expresa en el interior de los sistemas de ciencia y tecnología de los países y, por otra, las capacidades, resultados y productos fruto de la I+D se proyectan en un espacio internacional. En consecuencia, los indicadores deberán ser de utilidad tanto para conocer el grado de internacionalización de los elementos estructurales, funcionales y relacionales de un sistemas de ciencia y tecnología, como para conocer el grado de proyección internacional de los *outputs* de este sistema. Ambos están relacionados, pero la distinción entre estas dos caras de la internacionalización puede favorecer los diagnósticos y la elaboración de políticas explícitas para acelerarla. Este enfoque es característico de la RICYT, frente a los enfoques de los organismos internacionales que se centran fundamentalmente en la proyección internacional y no tanto en medir la dimensión internacional en el interior de las instituciones y del sistema, aspecto que es, probablemente, de mayor interés en los países latinoamericanos de la RICYT.

La segunda característica de la RICYT es el enfoque *sistémico*. El diseño de los indicadores se ha basado en el análisis de la expresión de la dimensión internacional en el conjunto de elementos estructurales y funcionales de un sistema de ciencia y tecnología considerado en su conjunto.

La tercera característica es el enfoque *específico* de la internacionalización. La mayoría de los enfoques de los organismos internacionales consideran el carácter transversal y horizontal de la dimensión internacional e incluyen algunos indicadores de internacionalización en cada una de las familias de indicadores convencionales. La RICYT considera que concediendo una especificidad a estos indicadores se puede mejorar la comprensión de los procesos de internacionalización y hacer mayor énfasis en su importancia, especialmente en países en los que todavía estos procesos son muy débiles. Por ello, se ha optado por crear una familia específica de indicadores de internacionalización, para aumentar su peso, visibilidad y facilitar las relaciones entre los propios indicadores, reflejando las interrelaciones existentes en los procesos de internacionalización.

La selección y diseño de los indicadores ha tratado de tener en cuenta la heterogeneidad de los países pertenecientes a la RICYT, tanto en el desarrollo de la dimensión internacional, como en el peso de la cooperación internacional en el desarrollo de sus actividades de investigación e innovación, las asimetrías, liderazgos y dependencias que están asociados a los procesos de internacionalización, así como la disponibilidad de la información necesaria para la aplicación de los indicadores. Por ello, se han identificado familias de indicadores para cada componente del sistema de ciencia y tecnología de manera que en su implementación se puedan seleccionar los

más adecuados para cada país en sus ejercicios de autoevaluación.

5. Propuesta del sistema de indicadores de internacionalización de la I+D

La elaboración del sistema de indicadores ha partido del análisis de los siguientes componentes de los sistemas de ciencia y tecnología:

- Marco político
- Entorno científico y tecnológico: comunidad científica, instituciones públicas y privadas
- Marco funcional: instrumentos operativos
- Entorno financiero: recursos y flujos
- Actividades de I+D
- Resultados y productos de la I+D

De los seis componentes, los seleccionados para el diseño de indicadores de internacionalización fueron los siguientes:

- Políticas e instrumentos operativos y financieros
- Actividades de I+D
- Resultados y productos de la I+D

Se han definido un total de 137 indicadores correspondientes a los diferentes componentes seleccionados. La tabla 1 muestra la distribución de los indicadores.

Tabla 1. Distribución de los indicadores de internacionalización de la I+D

171

Componente del sistema de ciencia y tecnología	Elemento del sistema de ciencia y tecnología	Número de indicadores
Políticas e instrumentos para la internacionalización	Políticas explícitas nacionales para el fomento de la internacionalización	14
	Políticas instrumentalizadas a través de acuerdos y convenios internacionales	11
Actividades de I+D	Formación, flujos y movilidad de los recursos humanos	12
	Programas y proyectos de investigación	12
	Redes y consorcios	15
Resultados y productos de las actividades de I+D	Infraestructuras y centros internacionales	14
	Producción científica: publicaciones: autoría, difusión e impacto	22
	Producción tecnológica: patentes	12
	Empresas de base tecnológica	4
	Comercio internacional de tecnología	9
	Acreditación y certificación internacional	6
	Premios y liderazgos científicos	6

El manual ofrece una descripción de cada uno de los 137 indicadores y señala la información que es necesaria para su implementación, indicándose que existe información disponible para algunos de los indicadores pero que es necesario organizar una estrategia de recopilación de la información para la implementación de otros.

Los indicadores están clasificados, además de por el ámbito al que corresponden dentro de los componentes del sistema de ciencia y tecnología, por criterios que permiten diagnosticar las características de la internacionalización. La tabla 2 muestra los criterios definidos y la distribución de los indicadores entre los mismos.

Tabla 2. Criterios de internacionalización de la I+D

Criterio	Definición	Número de Indicadores
<i>Intensidad</i>	Grado de presencia de la dimensión internacional en las políticas, instrumentos, actividades y resultados de la I+D	53
<i>Concentración</i>	Grado de participación de la comunidad científica nacional en actividades y resultados de la I+D con dimensión internacional	12
<i>Género</i>	Equilibrio de género en la comunidad científica nacional en actividades y resultados de la I+D con dimensión internacional	11
<i>Liderazgo</i>	Grado de participación de la comunidad científica nacional en la dirección, coordinación de actividades internacionales de I+D	9
<i>Dependencia</i>	Grado de participación de la financiación externa para actividades internacionales y de equilibrio de la balanza tecnológica	8
<i>Atracción</i>	Capacidad para captar recursos humanos y financieros de otros países	8
<i>Diversidad temática</i>	Grado de distribución temática de las actividades internacionales de I+D	8
<i>Diversidad geográfica</i>	Grado de distribución geográfica de las actividades y resultados de I+D	7
<i>Visibilidad</i>	Capacidad de difundir las actividades y resultados de la I+D en los ámbitos y flujos internacionales de la ciencia y tecnología	7
<i>Simetría</i>	Balance entre el esfuerzo nacional y la participación de otros países en las actividades y resultados internacionales de la I+D	6
<i>Impacto</i>	Grado de integración internacional de los resultados de las actividades de I+D	6
<i>Asociabilidad</i>	Grado de multilateralidad de las actividades internacionales de I+D	2

6. Aplicación de los indicadores de internacionalización de la I+D

172

Los 137 indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología propuestos en este manual pueden aplicarse con un doble objetivo:

- Autoevaluación del grado y modelo de internacionalización de un país o una institución de I+D, especialmente universidades, organismos y centros de I+D. El sistema de indicadores propuesto se puede utilizar como una guía en el proceso de autoevaluación.
- Medición estandarizada del grado de internacionalización de los países y establecimiento de las correspondientes comparaciones internacionales. Para ello se requiere la selección de un pequeño número de indicadores representativos y su adopción formal por parte de los países miembros de la RICYT.

La autoevaluación es un proceso que permite a un país o una institución de I+D conocer el grado y características de la internacionalización de su sistema de ciencia y tecnología nacional o institucional. La diferenciación que se ha realizado en este manual para el diseño de los indicadores entre elementos dentro del sistema de ciencia y tecnología permite conocer las fortalezas y debilidades, en cuanto a su internacionalización, de estos elementos y obtener información relevante para orientar las políticas de fomento de la internacionalización. Además, al clasificarse los indicadores por criterios que caracterizan la internacionalización permite conocer la naturaleza y características de la internacionalización del país o de la institución.

La aplicación de los indicadores requiere una diferente consideración de algunos de ellos dependiendo de que se trate de un país o una institución. En uno y otro caso permite una radiografía del grado de internacionalización en cada uno de los elementos considerados.

Con relación a la utilización de los indicadores para la caracterización de la internacionalización de un sistema de ciencia y tecnología o una institución hay que señalar que los procesos de internacionalización son complejos y relacionales, cuya comprensión requiere estudios cualitativos y análisis pormenorizados. Debe señalarse, por ejemplo, el papel de políticas que no son estrictamente del ámbito de la I+D y de los marcos normativos asociados a estas políticas. La aplicación de los indicadores cuantitativos descritos ofrece una primera imagen de la internacionalización que deberá completarse con otros tipos de estudios y análisis.

En cuanto a la medición estandarizada del grado de internacionalización de los países y el establecimiento de las correspondientes comparaciones internacionales, el sistema de 137 indicadores propuesto para los ejercicios de autoevaluación resulta excesivamente numeroso para su aplicación regular y periódica por todos los países a efectos comparativos. Por ello, se ha realizado una selección de los indicadores siguiendo diferentes criterios, con el objetivo de que los indicadores seleccionados puedan adoptarse y aplicarse por los países miembros de la RICYT. La tabla 3 muestra los criterios que se han utilizado para la selección de los indicadores.

Tabla 3. Criterios para la selección de indicadores

Criterio	Definición
Relevancia	Importancia del indicador para caracterizar el grado de internacionalización.
Comparabilidad	Importancia del indicador para la comparación de la información entre los países de la RICYT
Viabilidad	Facilidad de acceso a la información necesaria para la implementación del indicador.
Cobertura	Amplitud del criterio de viabilidad entre los países miembros de la RICYT.
Autonomía	Grado de independencia del indicador respecto a otros
Utilidad	Grado de importancia del indicador para la toma de decisiones de política científica y tecnológica.

El análisis de la viabilidad ha puesto de manifiesto la necesidad de abordar estudios para facilitar el acopio de la información necesaria e incluso para la mejor caracterización de los indicadores. El diferente grado de viabilidad puede permitir una clasificación de los indicadores en maduros, potenciales y futuribles.

Cada uno de los indicadores ha sido valorado tomando en cuenta los seis criterios. Para la selección final se ha considerado también que en el conjunto de los indicadores seleccionados exista una representación del grado de internacionalización de los diferentes elementos del sistema de ciencia y tecnología.

En un primer ejercicio para la selección de los indicadores se ha obtenido una “lista larga” con 22 indicadores; en un segundo ejercicio se ha elaborado una “lista corta” de siete indicadores que se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Indicadores de internacionalización seleccionados (lista corta)

- 1 Porcentaje del gasto público nacional en I+D con asignación específica a acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto público nacional en I+D.
- 2 Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas respecto al total del gasto público nacional en I+D.
- 3 Porcentaje de investigadores con grado de doctor obtenido en el extranjero respecto al número total de investigadores residentes en el país con grado de doctor.
- 4 Porcentaje de copublicaciones científicas internacionales respecto del total de publicaciones del país.
- 5 Porcentaje del total de citas de artículos científicos del país en el conjunto total de citas en una base de datos determinada.
- 6 Porcentaje de copatentes internacionales diferentes solicitadas en oficinas nacionales e internacionales en las que aparecen investigadores del país y de otros países entre los inventores respecto al total de patentes solicitadas por el país en un período de tiempo dado.
- 7 .Relación entre ingresos y pagos tecnológicos (balanza tecnológica)

Uno de los problemas planteados en el proceso de selección de los indicadores de la lista corta se refiere a los correspondientes a “actividades de I+D”. El indicador “Porcentaje de proyectos de I+D ejecutados conjuntamente entre investigadores de dos o más países respecto al total de proyectos de I+D ejecutados en el país”, seleccionado inicialmente por el grupo de trabajo de la RICYT, tuvo que ser finalmente eliminado por plantear problemas de comparabilidad y viabilidad.

7. Consideraciones finales

El Manual de Santiago está actualmente en proceso de edición por la RICYT y se espera su publicación en 2008, para su difusión entre los organismos nacionales de ciencia y tecnología, las instituciones y los investigadores interesados.

El manual es un instrumento provisional para medir la internacionalización de la I+D, que deberá revisarse en función de su aplicación, previsiblemente en algunos países piloto. Las mayores dificultades se pueden encontrar en el acopio de la información necesaria para su implementación.

Una lección aprendida en el proceso de elaboración del manual es la necesidad de propiciar estudios para profundizar conceptualmente sobre los procesos de internacionalización y metodológicamente sobre los indicadores más idóneos para medir estos procesos, además de analizar las claves para la interpretación de los resultados de la implementación de los indicadores en el contexto de los países de la RICYT.

Bibliografía

174

- ARCHIBUGI, D., HOWELLS, J. y MICHIE, J. (eds.) (1999): *Innovation Policy in a Global Economy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BORDONS, M. y GÓMEZ, I. (2000): “Collaboration networks in Science”, en B. Cronin y H. B. Atkins (eds.): *The Web of knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*, ASIS Monograph Series.
- BOZEMAN, B. y CORLEY, E. (2004): “Scientists collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital”, *Research Policy* 33, pp. 599-616.
- CHILD, J. y FALKNER, D. (1998): *Strategies of co-operation: managing alliances, networks and joint ventures*, Oxford University Press.
- EDLER, J. y BOEKHOLT, P. (2001): “Benchmarking national public policies to exploit international science and industrial research: a synopsis of current developments”, *Science and Public Policy* 28, pp. 313-321.
- EUROPEAN COMMISSION (2003): *Third European Report on Science & Technology Indicators*, Brussels.
- EUROSTAT (2005): Informe sobre Internacionalización de la I+D.
- GEORGHIOU, L. (1998): “Global cooperation in research”, *Research Policy* 27, pp. 611-626.
- GÓMEZ, I., FERNÁNDEZ, M. T. y SEBASTIÁN, J. (1999): “Analysis of the structure of international cooperation networks in science through bibliometric indicators”, *Scientometrics* 44, pp. 441-457.
- GÓMEZ, I., SANCHO, R., BORDONS, M. y FERNÁNDEZ, M. T. (2006): “Actividad y producción científica”, en J. Sebastián y E. Muñoz (eds.): *Radiografía de la investigación pública en España*, Madrid, Biblioteca Nueva, pp. 273-302.
- GRANDE, E. y PESCHKE, A. (1999): “Transnational cooperation and policy networks in European science policy-making”, *Research Policy* 28, pp. 43-61.
- HAGEDOORN, J., LINK, A. N. y VONORTAS, N. S. (2000): “Research partnerships”, *Research Policy* 29, pp. 567-586.

- HAGEDOORN, J. (2002): "Inter-firm partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960", *Research Policy* 31, pp. 477-492.
- LUUKKONEN, T., TIJSSSEN, R. J. W., PERSSON, O. y SIVERSTEN, C. (1993): "The measurement of international scientific collaboration", *Scientometrics* 28, pp. 15-36.
- MEYER-KRAHMER, F. (1998): *Internationalisation of research and technology: trends, issues and implications for science and technology policies in Europe*, ETAN working paper, European Commission, Brussels.
- NARULA, R. y HAGEDOORN, J. (1999): "Innovation through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements", *Technovation* 26, pp. 141-156.
- NSF (National Science Foundation) (2004): *Science and Engineering Indicators 2004*, Washington.
- NSF (National Science Foundation) (2005): *Graduate Students and Postdoctorates in Science and Engineering: 2002*, Washington.
- OECD (1999): *Globalisation of Industrial R&D: Policy Issues*, Paris.
- OST (Observatoire des Sciences et des Techniques) (2003): *Science & Technologie Indicateurs 2002*, Paris, Economica.
- RESEARCH POLICY (1999): *Special Issue on The Internationalisation of Industrial R&D* 28.
- RICYT (2003): *El Estado de la Ciencia: Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos*, Buenos Aires, RICYT/CYTED.
- SEBASTIÁN, J. (2000): "La cultura de la cooperación en la I+D", *Espacios. Revista venezolana de gestión tecnológica*, 21, pp. 165-180.
- SEBASTIÁN, J. (2004): *Cooperación e Internacionalización de las Universidades*, Buenos Aires, Editorial Biblos.
- SWEDISH INSTITUTE FOR GROWTH POLICY STUDIES (2006): *The Internationalisation of corporate R&D*, Stockholm.
- ZITT, M. y BASSECOULARD, E. (1999): "Internationalization of communication: a view on the evolution of scientific journals", *Scientometrics* 46, pp. 669-685.

El contenido tecnológico de las mercancías como forma de medición del fenómeno de internacionalización de la ciencia y la tecnología.

Repaso metodológico y recomendaciones*

CARLOS BIANCO**

1. La clasificación de las corrientes comerciales: distintas problemáticas

Con motivo de distintas preocupaciones, en los últimos cincuenta años se han puesto en práctica diferentes metodologías orientadas a mensurar tanto cuantitativa como cualitativamente las corrientes de comercio internacional o, en otras palabras, de conocer la magnitud, composición y estructura de los flujos mercantiles que circulan entre los distintos países del mundo.

Las primeras metodologías desarrolladas y puestas en práctica tenían como propósito fundamental dar cuenta del fenómeno de deterioro de los términos de intercambio postulado en las llamadas “Tesis de Prebisch-Singer”. En efecto, dichas tesis alertaban sobre el peligro que implicaba para los países su especialización en la producción y comercio de bienes primarios, en tanto este tipo particular de mercancías experimentaba, de manera secular, una caída de sus precios *vis-à-vis* con los precios de los productos manufacturados debido a un conjunto de causas.¹

Ello era así por diferentes motivos. En primer lugar, debido a la mayor capacidad de las organizaciones sindicales en el centro en relación con las masas obreras de la periferia para conseguir aumentos de salarios en la fase creciente del ciclo e impedir su baja durante la fase menguante, lo que redundaba en que la mayor productividad en el centro se traduce en mayores precios y salarios, mientras que en la periferia se expresa en menores precios de los productos agrícolas (Prebisch, 1950; Singer, 1950). En segundo lugar, debido a la baja elasticidad-ingreso de la demanda en la producción de bienes primarios (Singer, 1950; Prebisch, 1963, 1964 y 1981). En tercer lugar, a causa del menor ritmo de crecimiento de la población del centro que lleva a que la demanda de productos elaborados en la periferia crezca de manera demasiado lenta (Prebisch, 1963 y 1964). En cuarto lugar, debido al creciente proteccionismo en los países del centro, que coadyuva aún más al lento crecimiento de la demanda de productos primarios y a la caída relativa de sus precios debido a la necesidad

* Este trabajo fue elaborado como documento para la discusión en la reunión del grupo de trabajo encargado de la elaboración del Manual de Indicadores de Internacionalización de la Ciencia y la Tecnología (“Manual de Santiago”), en el marco de la Subred de Indicadores de Internacionalización de la Ciencia de la RICYT, que tuvo lugar en Santiago de Chile entre los días 12 y 14 de octubre de 2005.

** Investigador del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior - REDES y de la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina (correo electrónico: cbianco@ricyt.org).

1 Para un desarrollo más completo y detallado de estos argumentos, ver Bianco (2006).

de los países periféricos de liquidar sus excedentes de producción a bajos precios (Prebisch, 1963 y 1964). En quinto lugar, debido al poco dinamismo de la industria en la periferia, incapaz de absorber a la población sobrante, que permanece en las actividades primarias generando sobreoferta de alimentos y materias primas y deprimiendo los salarios, fenómenos que, en última instancia, redundan en una caída relativa de sus precios (Prebisch, 1981).

Unos veinte o veinticinco años después, sin embargo, la realidad de la economía y el comercio capitalista mostraba una situación significativamente distinta: gran parte de la oferta exportable de los países subdesarrollados o menos desarrollados se componía de productos manufacturados. Esto era la lógica consecuencia de los distintos procesos de industrialización que habían tenido lugar a partir de la posguerra y que, con mayor o menor éxito, permitieron un importante cambio en la especialización productiva y comercial de tales naciones. En este sentido, los procesos de industrialización sustitutiva de importaciones puestos en práctica a lo largo de gran parte de América Latina, África y Medio Oriente, por un lado, y la rápida industrialización de algunos países del sudeste asiático —a través de un modelo mucho más abierto a las corrientes de comercio internacional (*outward oriented*), pero no por eso librado al azar de los mercados— por otro lado, se constituyeron en potentes herramientas que, en cierto sentido, permitieron evitar las catastróficas consecuencias que emanaban de aquellos primeros diagnósticos de Prebisch y Singer.

Sin embargo, tal como se mencionó, pudieron hacerlo sólo en cierto sentido y con mucho mayor éxito en los países de industrialización reciente ubicados mayoritariamente en la región sudeste de Asia. La especialización del resto, por su parte, y a pesar de la relativa mejora cualitativa de su patrón de inserción internacional, siguió sufriendo la caída de sus términos de intercambio y sus ingresos promedio continuaron muy por debajo de los niveles de los países de mayor desarrollo relativo. Concomitantemente, y de manera mucho más enfática desde comienzos de los años ochenta, Estados Unidos, potencia mundial desde el final de la Segunda Gran Guerra, comienza a perder su hegemonía en el terreno económico, tecnológico y comercial, especialmente en manos de Alemania y Japón. Todo esto sin ceder en un ápice en su especialización en productos manufacturados.

En consecuencia, la solución al problema no se encontraba sólo en la especialización en productos industriales; importaba, pues, el tipo de especialización que se hacía, en el sentido de que no cualquier producción industrial salvaría a los países menos desarrollados de las características propias del subdesarrollo ni a los países desarrollados de perder terreno en la carrera tecnológica y comercial y de retroceder en sus niveles de ingresos relativos. La aparición de este novedoso objeto de estudio (la composición cualitativa del comercio de bienes manufacturados) llevó a que se necesitara de nuevos elementos para su verificación en el terreno empírico. A este respecto, se presentan en los apartados 2 y 3 de la siguiente sección las principales metodologías y clasificaciones desarrolladas.

En los últimos años, más allá de mantenerse vigentes tanto los problemas de la especialización comercial como sus consecuencias, la aparición de significativos cambios cualitativos en las formas de competencia a nivel mundial ha llevado a observar novedosos fenómenos. En efecto, el advenimiento de la llamada “sociedad post-industrial” o, más modernamente, “sociedad de la información” o “del conocimiento”, muestra como características salientes en el terreno productivo y comercial, entre otras, la aplicación de conocimiento tecnológico a la producción de manera mucho más intensa que en el pasado, la rápida obsolescencia de productos y procesos y formas de competencia mucho más basadas en esfuerzos por vender calidad y diferenciación de productos que en precios (Bell, 1976; OCDE, 1996; Unión Europea, 1996; Coriat,

1997; Castells, 1998; Chaparro, 1998; Banco Mundial, 2002; Bobe, 2002; David y Foray, 2002; Valenti López, 2002; Bianco et al., 2003).

Tales fenómenos, junto con la difusión a escala internacional del paradigma de producción toyotista o post-fordista, han cambiado de manera radical la forma en que las firmas y los países obtienen ganancias de competitividad. Entre otras cuestiones, la actual competencia a través de esfuerzos por vender y por asegurar calidad y diferenciación de productos ha modificado violentamente la estructura de costos de las firmas, que se componen en su mayoría de gastos en actividades de investigación y desarrollo (I+D), publicidad y *marketing*, de modo de mejorar procesos para bajar costos, generar constantemente nuevos productos ante su rápida obsolescencia y ganar porciones crecientes del mercado mundial.

Bajo estas condiciones, y de manera creciente, las empresas han comenzado a realizar distintos tipos de acciones tendientes a disminuir los altos costos que implica la puesta en marcha de actividades de I+D, fuertemente sujetas a riesgo, entre las que se destacan la realización de alianzas estratégicas entre empresas (de modo de compartir costos para, luego, enfrentarse férreamente en los mercados de productos finales) y de actividades de *insourcing* (descentralización de las actividades de I+D entre las distintas filiales de la corporación, de modo de aprovechar las capacidades idiosincrásicas de éstas y de los sistemas nacionales de innovación en que están inmersas, bajo novedosas estrategias de IED de tipo *knowledge-seeking*) y *outsourcing* (tercerización y financiamiento de actividades de I+D a laboratorios externos a la firma e institutos públicos de investigación).

Esta situación se refleja en la declinación relativa de los esfuerzos de I+D que los países desarrollados realizan en un contexto de crecientes vínculos tecnológicos a nivel internacional (Koopman y Münnich, 1999). Ello ha redundado en una intensificación de las transferencias de capacidades tecnológicas alrededor del mundo que se expresa, en buena parte, a través del comercio internacional de mercancías de alto contenido tecnológico que, asimismo, se revela como el más dinámico (Dosi et al., 1990; Miotti y Quenan, 1994; Reinert, 1994 y 1995; Lall, 2001; Milesi et al., 2004) y en cuya producción se concentran de manera creciente los flujos de IED (Koopman y Münnich, 1999).

A este respecto, la cuestión de la que se intenta dar cuenta aquí y ahora es la forma e intensidad con que los distintos países (en rigor, las empresas que en ellos se localizan) se están relacionando con las corrientes de tecnología que circulan por el mundo de manera incorporada a las mercancías. A tal efecto, se discute en la última sección sobre la conveniencia (o no) de los indicadores existentes y sobre la necesidad (o no) de desarrollar una nueva generación de indicadores.

2. Un repaso a las distintas metodologías, clasificaciones y taxonomías

Tal como se adelantó en la primera sección, desde mitad de siglo pasado y hasta la actualidad, la producción de metodologías, clasificaciones y taxonomías que intentan dar cuenta de la composición de las corrientes de comercio internacional ha sido muy prolífica y, sobre todo, variada. A ese respecto, se las puede dividir en cuatro grandes grupos.

En primer lugar, están aquellas que, en búsqueda de una explicación sobre la composición más o menos agregada de las corrientes comerciales, las clasifican de acuerdo a su grado de elaboración o valor agregado, poniendo cierto énfasis en la determinación de la intensidad relativa de los factores de producción utilizados en su proceso productivo. En segundo lugar, aquellas otras que clasifican a las industrias y,

por carácter transitivo, a los productos que ellas producen de acuerdo a su grado o nivel de "innovatividad". En tercer lugar, se encuentran las clasificaciones que agrupan a las industrias en torno a los insumos que utilizan en su proceso de incorporación de tecnología a los productos finales, que puede ser realizado a través de la producción directa de tecnología o mediante el consumo productivo de medios de producción e insumos de alto contenido tecnológico. En cuarto y último lugar se encuentran las clasificaciones a las que se podría denominar como "eclécticas", es decir, aquellas cuyos criterios de agrupación de industrias y productos se componen de alguna mezcla más o menos sesgada de los presentes en las anteriores clasificaciones.

A continuación se presentan de manera somera y estilizada las distintas metodologías, clasificaciones y taxonomías de las industrias y sus productos transados a nivel internacional que intentan dar cuenta de su nivel o contenido tecnológico.

2.1. Clasificaciones basadas en el grado de elaboración de las mercancías

En términos históricos, el primer adelanto en relación al conocimiento del grado de procesamiento o valor agregado de las mercancías lo realizó la UNCTAD (1965), a través de la desagregación de los productos exportados en tres categorías: productos básicos, semi-manufacturados y manufacturados. Sin embargo, dicha clasificación presentaba severos inconvenientes a causa de su escaso grado de desagregación y la gran heterogeneidad en la incorporación de tecnología en las mercancías pertenecientes a los distintos grupos.

180

Estos problemas se solucionaron, pero sólo muy parcialmente, con el desarrollo de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU) (Naciones Unidas, 1969), que permite dividir la producción industrial en categorías definidas en función de la actividad más importante que desempeñen las unidades económicas. Sin embargo, a pesar de que la CIIU ha permitido lograr avances en el conocimiento de la especialización comercial debido a la mayor desagregación de la producción manufacturera, subsisten las limitaciones que, en este caso, se relacionan con que las distintas categorías agrupan productos con grados de elaboración muy distintos. Al mismo tiempo, la clasificación no permite conocer el contenido tecnológico de las corrientes comerciales, más allá de que ofrece la posibilidad de vinculación tanto con el Sistema Armonizado para la Designación y Codificación de Mercancías (SA) como con la Clasificación Uniforme para el comercio Internacional (CUCI), facilitando así la articulación de las estadísticas de producción y comercio (Fuentes Candau, 2002).

Dentro de esta tradición, aparece posteriormente el trabajo de ONUDI (1979), que a través de una ampliación del concepto de las manufacturas a partir del cual se pasan a incluir todos aquellos bienes primarios a los que se les hubiere realizado algún proceso de transformación, clasifica a los productos industriales de acuerdo con cuatro criterios: i) la participación de los recursos naturales en el valor de la producción; ii) la participación de personal calificado en el proceso productivo; iii) la importancia del proceso de desarrollo del producto; y iv) la intensidad en el uso de los factores de producción. La interacción de los cuatro criterios permite la configuración de dos grandes grupos de manufacturas: aquellas basadas en recursos naturales y aquellas otras no basadas en recursos naturales. A su vez, el último de los grupos se subdivide en tres series distintas de subgrupos: a) aquellos que requieren (o no) de personal calificado para su elaboración; b) aquellos con una alta (baja) tasa de desarrollo; y c) aquellos intensivos en trabajo (capital).

De modo sintético, la forma de aproximar el contenido tecnológico de las mercancías a través de estas clasificaciones se realizaba por medio de la supuesta relación directa existente entre el mayor nivel de procesamiento o valor agregado de las mercancías y su mayor contenido tecnológico. Queda claro que, a la hora de intentar conocer con mayor nivel de detalle la intensidad tecnológica de las mercancías, como se hizo necesario hacia finales de los setenta y principio de los ochenta, no bastaba con el ordenamiento de los productos que se desprende de este tipo de clasificaciones.

2.2. Clasificaciones basadas en el grado de innovatividad de las industrias

La clasificación de las corrientes de comercio internacional a través del grado de innovatividad de las industrias que las producen se realiza en base a la taxonomía desarrollada por Pavitt (1984). Este autor, a través del análisis de dos mil innovaciones “significativas” en Gran Bretaña, definidas así por un conjunto de expertos, desarrolla una metodología que surge del análisis de las empresas innovadoras, los sectores de actividad en que se desempeñan, el tipo de innovación que realizan (de producto o proceso) y las fuentes de conocimiento de donde surgen los insumos para llevarlas a cabo. De acuerdo a sus observaciones, y en base a algunos supuestos realizados *a priori* y a información de las empresas, establece una clasificación industrial capaz de explicar las regularidades y diferencias intersectoriales entre las fuentes, la naturaleza e impacto de las innovaciones y las características de las firmas innovadoras. En su clasificación se identifican tres categorías distintas de firmas innovadoras: i) las dominadas por proveedores, ii) las intensivas en producción y iii) las basadas en ciencia. A su vez, la categoría intermedia se divide en dos sub-categorías: a) las intensivas en escala y b) los proveedores especializados.

Se trata de una metodología pionera y una de las más utilizadas, en tanto posee una gran utilidad en el terreno de las políticas de innovación, ya que clasifica a las industrias a partir de varios criterios que definen el comportamiento innovativo y está basada en una teoría derivada de la opinión de expertos y la evidencia empírica (Raymond et al., 2004). Sin embargo, no está exenta de críticas sobre su utilidad y de problemas de carácter metodológico. Principalmente, se critica el hecho de que se trata de una clasificación demasiado rígida (Baldwin y Gellatly, 2000), basada exclusivamente en el comportamiento de firmas innovadoras, por lo que a partir de ella no se pueden articular políticas con el objetivo de fomentar la innovación en firmas no innovadoras. A su vez, al estar construida en gran parte sobre la base de conocimientos previos y supuestos sobre las características e interrelaciones de las industrias, puede que la clasificación esté sesgada por la subjetividad de los expertos consultados y los conocimientos de su autor y, por ende, podría no ser coincidente con la realidad (Raymond et al., 2004). Por último, se trataría de una taxonomía de difícil aplicación ya que las distinciones analíticas no son claras y existen grandes solapamientos entre las distintas categorías (Lall, 2001).

Las diversas revisiones de la taxonomía Pavitt han tenido como objetivo preponderante hacer posible su aplicación al análisis de los flujos de comercio internacional. En dicha dirección se enmarcan los trabajos de Guerrieri (1993) y Lall (1998). En el primero de ellos se adaptó la taxonomía de Pavitt al análisis del comercio internacional, a partir de una tabla de conversión a la clasificación CUCI, y se sumaron la industria alimenticia y las materias primas según su origen y aplicación. La aplicación empírica de la taxonomía (Guerrieri, 1993, 1994 y 2002; Guerrieri y Milana, 1995) permitió individualizar aquellos flujos de aprendizaje e innovación que tienen lugar entre firmas e industrias y, de esa manera, identificar la relación existente entre capacidades tecnológicas y desempeño en el comercio internacional.

Los trabajos de Lall (1998 y 2001), por su parte, toman también como principal fuente de inspiración la taxonomía de Pavitt, a la cual se complementa con los criterios tomados por la clasificación actualmente utilizada por OCDE (Hatzichronoglou, 1997), presentada más adelante. Su principal ventaja es que permite tomar en cuenta grupos de productos de particular interés exportador para el mundo en desarrollo. Al igual que la taxonomía de Pavitt, la clasificación de Lall no escapa a cierta arbitrariedad en la asignación de los productos a las distintas categorías propuestas, en tanto la clasificación se basa en los indicadores de actividad tecnológica disponibles para las actividades manufactureras (I+D/producto) y en el conocimiento del autor sobre la tecnología industrial. De acuerdo a esta clasificación, se divide a los productos de exportación en i) productos primarios, ii) manufacturas basadas en recursos, iii) manufacturas de baja tecnología, iv) manufacturas de mediana tecnología y v) manufacturas de alta tecnología.

En la misma dirección que Pavitt, pero a través de una metodología distinta, Robson et al. (1988) utilizan la capacidad para innovar, identificada mediante el análisis de listas de innovación, como forma de definir y mensurar la “destreza tecnológica” (*technological prowess*) de una industria. En tal sentido, se dejan de utilizar los insumos y se pasa a una definición sobre los resultados del proceso innovativo. En dicha dirección aparece no sólo la clasificación desarrollada por Robson sino también la obtenida luego por Pavitt (1988), en la cual, a partir de una lista de innovaciones, se las clasifica de acuerdo al origen y tipo de innovación (producto o proceso). A partir de ello, se agrupa a las industrias en tres tipos distintos: i) un núcleo duro de empresas altamente innovativas y con una alta relación entre innovaciones de producto y proceso; ii) un sector secundario, compuesto por empresas menos innovativas y más sesgadas hacia las de proceso; y iii) una categoría residual en donde se incluye al resto de las industrias.

182

Si bien esta clasificación de industrias basada en los resultados del proceso de innovación se trata de un procedimiento más completo y satisfactorio que las clasificaciones basadas en los insumos del proceso, no está exenta de inconvenientes. En primer lugar, el uso de listas de innovaciones incluye un alto grado de subjetividad, aún en el caso de que hayan sido diseñadas por un panel de expertos. En segundo lugar, en caso de que las listas de innovación hayan sido elaboradas a partir de catálogos industriales o publicaciones comerciales, el problema está en que dichas listas suelen estar sesgadas hacia las innovaciones de producto y, por ende, las innovaciones de proceso se encontrarían sub-representadas. En tercer lugar, las taxonomías basadas en la innovación tienden a darle mayor importancia a las innovaciones de producto que a las de proceso, por lo que se les atribuye mayor innovatividad a aquellas industrias en que preponderan las innovaciones de producto. En cuarto lugar, este tipo de taxonomías no tiene en cuenta la incorporación de tecnologías en los procesos de producción, salvo como actividad de innovación pero nunca como resultado del proceso innovativo. Por último, y en términos más generales, el hecho de que la innovación sea un fenómeno multidimensional impide que se pueda confiar ciegamente en una sola medida de la innovatividad.

Mucho más recientemente, Raymond et al. (2004) retoman la preocupación por la medición del grado de innovatividad de las industrias y sus productos. A través de un modelo econométrico buscan explicar las decisiones de innovación de las firmas en la industria manufacturera holandesa y sus respectivos impactos. El modelo utiliza tres tipos de variables explicativas del comportamiento innovativo de las empresas: i) características de la empresa (tamaño absoluto y relativo; actividades de innovación impulsadas por la oferta o la demanda; subsidios y cooperación recibida), ii) actividades de la empresa (gasto relativo en I+D; frecuencia de las actividades de I+D) y iii)

características de la industria en que operan (definidas en términos de variables *dummy* disponibles en las encuestas de innovación).

La aplicación del ejercicio resulta en la aparición de tres tipos de firma distintos. En primer lugar, aquellas empresas cuyos indicadores de innovación tanto de *input* como de *output* se encuentran por encima de los valores promedio. En segundo lugar, aquellos otros sectores cuyas empresas presentan valores para sus respectivos indicadores por debajo del promedio. Por último, una categoría residual, compuesta por las empresas que poseen un comportamiento bien alejado de ambas categorías (menor proporción de empresas innovadoras, menores porcentajes de obtención de subsidios para llevar a cabo las actividades de innovación y menor proporción de empresas que realizan I+D).

Los inconvenientes que presentan esta clasificación y su metodología son varios. Por un lado, una gran especificidad, en el sentido en que está realizada en base a un conjunto de firmas demasiado acotado (industria manufacturera holandesa), lo que la hace difícilmente generalizable. Por el otro, diversos problemas metodológicos. En tal sentido, la clasificación industrial propuesta es sensible a dos factores: i) las características escogidas para las distintas firmas e industrias, las cuales funcionan como variables del modelo, y ii) el tipo de modelo utilizado para analizar dichas variables.

2.3. Clasificaciones basadas en los elementos que incorporan tecnología a las mercancías

La literatura sobre desarrollo tecnológico muestra como principales insumos de este particular proceso productivo a i) las actividades de I+D realizadas por parte de ii) fuerza de trabajo calificada, a través del uso de iii) tecnologías avanzadas incorporadas a distinto tipo de maquinarias, equipos e insumos productivos (Baldwin y Gellatly, 1998; Lee y Haas, 1996; Lefebvre y Lefebvre, 2001). De esta forma, los productos finales no sólo obtienen su mayor o menor contenido tecnológico de lo producido directamente por una empresa o industria particular sino también a través de la utilización de bienes de capital e insumos con alto contenido tecnológico.

Por lo tanto, a partir de la particular composición de estas dos actividades que hace una determinada industria, se la puede definir como productora de conocimiento (*knowledge-producing industries*), entendida como aquella que usa en una proporción mayoritaria mano de obra calificada y realiza actividades de I+D, o usuaria de conocimiento (*knowledge-using industries*), definida en términos de su utilización relativamente intensiva de conocimiento incorporado a bienes de capital e insumos productivos y que, indirectamente, acumula conocimiento a través de procesos de *learning by doing* (Lee y Haas, 1996).

En torno a estos insumos utilizados tanto en el proceso de producción como de utilización de tecnología se concentran los distintos intentos de medición del contenido tecnológico de las mercancías. Algunos de ellos intentan dar cuenta de dicho contenido a través del análisis de algún insumo en particular; algunos otros realizan la clasificación teniendo en cuenta a más de uno de estos *inputs*. Las clasificaciones del primer tipo se definen aquí como de carácter unidimensional, en tanto sólo tienen en cuenta una sola dimensión del proceso de incorporación de tecnología a los productos; las de segundo tipo, a través del mismo razonamiento, serán identificadas como de carácter multidimensional.

2.3.1. Clasificaciones unidimensionales

Como se ha establecido, se trata de aquellas clasificaciones que sólo tienen en cuenta, a la hora de estimar el contenido tecnológico o de conocimiento de las mercancías, una y sólo una de sus potenciales fuentes. A este respecto, aparecen clasificacio-

nes basadas en i) las actividades de I+D realizadas por las distintas industrias, ii) el grado de calificación de la fuerza de trabajo por ellas contratadas o iii) la tecnología incorporada en maquinaria, equipo e insumos productivos con que se desenvuelven en sus actividades productivas.

2.3.1.1. Intensidad directa de I+D

La intensidad de I+D en una firma, industria e inclusive un país puede ser estimada de dos formas distintas y complementarias. Por un lado, a través del cociente entre las inversiones (técnicamente, gastos) en I+D y la producción o producto de dicha firma, industria o país. Por el otro, a través de la proporción de personal destinado a la realización de este tipo de actividades dentro de la plantilla total de la firma o industria o de la población económicamente activa, en el caso de tratarse de un país. En tal sentido, existen clasificaciones que intentan estimar el contenido tecnológico de las mercancías a través del análisis de las actividades de I+D realizadas por las distintas ramas de la industria que toman a uno u otro indicador.

El primero de los casos es el de la “vieja” metodología utilizada por la OCDE, cuyo primer trabajo de carácter analítico en este sentido data de 1980 (OCDE, 1980), producido en base a una clasificación realizada en Estados Unidos, luego aplicada a todos los países de la Organización. Su principal problema, entonces, era que extrapolaba la estructura industrial de Estados Unidos al resto de los países de la OCDE. Es por eso que, hacia 1984, el Secretariado de la OCDE desarrolló una nueva clasificación (OCDE, 1984), ahora ampliando la muestra de base a once de sus países integrantes. Este trabajo, al igual que otros realizados a *posteriori* (por ejemplo, OCDE, 1986), presenta una clasificación no por productos sino por actividades, en donde el determinante de las distintas categorías es el gasto en actividades de I+D realizado en cada sector o rama de la industria en relación con el valor de su producción. El supuesto que está por detrás del indicador es que los productos con mayor nivel de tecnología incorporada provienen de industrias que realizan grandes esfuerzos en materia de I+D. La lógica por detrás de este indicador es la presente en el llamado “modelo lineal de innovación”, según la cual una inyección de gasto en actividades de investigación básica, aplicada y de desarrollo experimental tendría como resultado último la aparición de innovaciones tecnológicas. La aplicación del indicador sugiere, entonces, la existencia de tres categorías: bienes de alta, media y baja tecnología.

La principal ventaja de esta clasificación reside en que provee de un simple pero útil instrumento a la hora de realizar comparaciones de carácter internacional. De hecho, ha sido la de mayor aplicación en los años subsiguientes a su introducción. Sin embargo, posee también severas limitaciones, particularmente a causa de la falta de desagregación de la información a nivel sectorial, debido a que no contempla a las manufacturas basadas en recursos naturales, y, fundamentalmente, al estar basada en el contenido tecnológico aproximado a través de las actividades de I+D que se ejercen de manera directa sobre la producción de mercancías. En tal sentido, visto y considerando la complejidad de las relaciones interindustriales, impide identificar de manera completa la totalidad del contenido tecnológico de una actividad o producto, en tanto la incorporación de tecnología puede ser realizada no sólo a través del trabajo directo ejercido en el proceso productivo sino también indirectamente a través de bienes de capital o insumos utilizados en el mismo. Este inconveniente, como se verá más adelante, será salvado con la metodología utilizada por la OCDE en la actualidad (Hatzichronoglou, 1997).

Por su parte, Koopman y Münnich (1999) revisan el concepto de intensidad de I+D utilizado por OCDE y proponen una nueva forma de medirlo con objeto de conocer a las industrias de acuerdo al nivel tecnológico, a través del cociente entre el número

de empleados dedicados a actividades de I+D en relación al empleo total, poniéndolo en práctica en los países de la OCDE. El problema reside aquí en que, si bien se trataría de una forma de medir la intensidad en I+D que evita las significativas diferencias de precios entre países que sesgan la medición a favor de unos y en contra de otros, la falta de datos sobre empleo en I+D en muchos de los países menos desarrollados impediría una clasificación de las industrias en torno a esta medida.

2.3.1.2. Capital humano

Otro de los insumos a ser tenidos en cuenta para el proceso de incorporación (producción y uso) de tecnología en las mercancías son las capacidades de la fuerza de trabajo utilizada, las cuales pueden ser resumidas bajo el concepto de “capital humano”, extendido desde finales de los años ochenta por las nuevas teorías del crecimiento económico (Lucas, 1988). Esta medida supone que a mayor complejidad de los trabajos ejercidos por el personal de una firma, industria o país, mayor es el contenido tecnológico de las mercancías producidas.

En este sentido, Rose (1992) propone estimar dicho contenido teniendo en cuenta la proporción de las semanas totales trabajadas por individuos con educación de tipo universitaria respecto al total de horas trabajadas en una industria determinada. Este enfoque, no obstante, ignora la potencial diferencia existente entre el nivel de educación del trabajador y las capacidades efectivas requeridas para la realización de sus tareas.

Por su parte, Beck (1992) utiliza el cociente entre la cantidad de “trabajadores del conocimiento”² y el plantel total de la industria. Esta definición arrastra el anterior problema pero, además, se encuentra sesgada hacia una definición de industrias usuarias más que productoras de tecnologías (Lee y Haas, 1996).

2.3.1.3. Tecnología incorporada en bienes de capital e insumos productivos

El tercero de los elementos a través del cual es posible estimar el contenido tecnológico de las mercancías es el contenido tecnológico de los insumos y la maquinaria y equipo utilizados en el proceso productivo. La lógica aquí es la siguiente: a mayor tecnología incorporada en los medios de producción y en los insumos, partes, piezas y componentes utilizados en el proceso de producción de un bien final, mayor es su contenido tecnológico, en tanto los primeros traspasarían parte de la tecnología que poseen de manera total (es el caso de los insumos, partes, piezas y componentes que se incorporan por completo al producto final) o en la medida en que se desgastan (se trata de los medios de producción utilizados, que se incorporan sólo de manera parcial en el producto final a través de su ritmo de amortización).

Este es el caso de Wong (1990) quien, en su intento por definir a las industrias de alta tecnología o conocimiento canadienses, utiliza un ratio entre aquellos insumos de alta tecnología (como, por ejemplo, chips de computadoras, robots e instrumentos de precisión) y los insumos totales utilizados en la industria. El problema de este enfoque es que se centra únicamente en los objetos de trabajo, dejando de lado por completo a los medios de trabajo utilizados, a la calificación de la fuerza de trabajo requerida y a las actividades de I+D realizadas, de modo que yace enteramente sobre una noción de productos y, en absoluto, de procesos. Por tanto, esta definición puede ser solamente utilizada para definir a una determinada industria como usuaria pero nunca como productora de conocimientos o de tecnología (Lee y Haas, 1996).

2 Los trabajadores del conocimiento son definidos aquí como los trabajadores profesionales, tales como doctores, ingenieros, abogados, contadores, actuarios, científicos, técnicos y administradores senior.

2.3.2. Clasificaciones multidimensionales

A diferencia de las anteriores clasificaciones basadas en la medición de alguno de los elementos que incorporan tecnología a las mercancías, las presentadas aquí tienen la particularidad de combinar a más de uno de ellos. Se las define como multidimensionales en el sentido de que tienen en cuenta a varias (o, al menos, a más de una) de las dimensiones del proceso de incorporación de tecnología.

La primera de ellas, sólo por seguir un orden cronológico, es la presentada por Lee y Haas (1996), quienes mediante el estudio de 55 industrias buscan analizar el impacto del conocimiento en la estructura industrial canadiense. Esta tarea es realizada con arreglo a información sobre dos de los elementos que suman tecnología a las mercancías: las actividades de I+D realizadas por las industrias (intensidad directa de I+D) y la educación y las características ocupacionales de la fuerza de trabajo (capital humano). Los indicadores escogidos para representar la intensidad de I+D son tres: i) el ratio entre gasto en I+D y producto bruto, ii) la proporción del personal en I+D y iii) la proporción del personal de tipo profesional³ en I+D. Los indicadores utilizados para conocer el nivel de capital humano de las industrias son también tres: i) la proporción de trabajadores con estudios superiores,⁴ ii) la proporción de "trabajadores del conocimiento"⁵ y iii) la proporción de científicos e ingenieros.⁶ A partir de estos indicadores, y luego de realizar un *ranking* para cada uno de ellos y dividir a las industrias en tres grupos iguales, se las clasifica como de alto, medio o bajo conocimiento.⁷ Respecto de la medición del capital humano, una de las limitaciones de la metodología, presente también en Rose (1992) y Beck (1992), es que sólo considera la capacitación de la fuerza de trabajo de carácter formal (*off-the-job*), dejando de lado el conocimiento y la capacitación que se adquiere diariamente en el lugar en donde se efectúa el trabajo (*on-the-job*).⁸

Un año después, Hatzichronoglou (1997) rompe con una de las más significativas críticas que se le realizaban a la metodología hasta entonces adoptada por OCDE. En aquella ocasión, se sostenía que una de sus principales restricciones era la de no contemplar la tecnología incorporada de manera indirecta a las mercancías a través del uso de bienes de capital y la incorporación de insumos productivos, con lo que la

3 Se entiende como personal profesional a aquellos que poseen títulos de grado universitario.

4 Aquellos trabajadores con estudios terciarios y universitarios.

5 Aquellos trabajadores con ocupaciones en ciencias naturales, ingeniería y matemáticas, educación y sus ocupaciones relacionadas, gestores y administradores y sus ocupaciones relacionadas, ciencias sociales y abogacía, medicina y salud y literatura.

6 Se incluyen aquí a los trabajadores con ocupaciones en ciencias naturales, ingeniería y matemáticas.

7 Una industria es considerada como de alto conocimiento si cumple con los siguientes requisitos: i) al menos dos de sus tres indicadores de I+D pertenecen al primer tercio del ranking o ii) al menos dos de sus tres indicadores de capital humano pertenecen al primer tercio del ranking. A su vez, una industria se define como de bajo conocimiento si cumple estos otros: i) al menos dos de sus tres indicadores de I+D pertenecen al último tercio del ranking o ii) al menos dos de sus tres indicadores de capital humano pertenecen al último tercio del ranking. Por último, las industrias no clasificadas en las anteriores categorías son, por definición, de mediano conocimiento.

8 Para hacer justicia, debe reconocerse que no es un problema del que Lee y Haas no sean concientes, sino que su argumento a la hora de soslayarlos es que, en el marco de un escenario en donde el cambio técnico se produce a pasos agigantados y a una gran velocidad, difícilmente exista una gran discrepancia entre las capacidades potenciales de la fuerza de trabajo de las efectivamente utilizadas.

estimación del contenido tecnológico total de las mercancías quedaba “renga”. La solución que da el autor a este inconveniente sirve para dar sustento a dos clasificaciones distintas, cuya característica común, novedosa y superadora, es la de incluir tanto la intensidad de I+D de tipo directa como la de tipo indirecta. Se obtienen, pues, dos indicadores distintos, que definen a las industrias como “productoras” o “usuarias” de tecnología respectivamente, cuya suma da como resultado la intensidad global de I+D. La primera de las clasificaciones, realizada a nivel de sector, da como resultado una taxonomía compuesta por cuatro grupos de industrias (alta, media-alta, media-baja y baja intensidad tecnológica); mientras que la segunda, a nivel de producto, sólo incluye un grupo de productos: los de alta tecnología.

En particular, respecto del enfoque de tipo sectorial, la inclusión de las intensidades indirectas de tecnología en la clasificación no motivó cambios significativos en las distintas agrupaciones de industrias, ya que, al parecer, aquellas industrias productoras de tecnología son, al mismo tiempo, usuarias intensivas de insumos y bienes de capital de gran intensidad de I+D. El enfoque de producto, por su parte, no es más que un complemento del enfoque sectorial y permite un análisis más detallado del comercio y la competitividad. Se diferencia del primero de tres formas distintas: en primer lugar, se evita el riesgo de pertenencia a distintas categorías de una industria en un país respecto de otro, ya que si bien es posible que una industria sea muy intensiva en tecnología en un lado y poco intensiva en otro, esto no podría suceder en el caso de productos idénticos; en segundo lugar, el enfoque de producto, al calcular la intensidad de I+D global por producto, evade las críticas realizadas al enfoque sectorial en el sentido de que pueden existir productos de alta tecnología producidos por sectores de media o baja tecnología; por último, en esta última aproximación, tal como se adelantó, existe sólo una categoría: la de productos de alta tecnología.

Más allá de la sustancial mejora que supone la revisión de la clasificación OCDE realizada por Hatzichronoglou, subsisten algunas limitaciones de importancia. En primera instancia, no se tiene en cuenta el capital humano con que cuentan las industrias para la agregación de tecnología a sus productos. En segundo lugar, la medición de la intensidad global de I+D puede ser inexacta debido a que se toman en cuenta sólo las actividades de I+D realizadas de manera formal y, además, se endilgan a la actividad principal de las firmas, lo que puede llevar a la sobre o subestimación de la intensidad de global de I+D de las distintas industrias. En tercer lugar, la falta de información lo suficientemente desagregada impide una agrupación más detallada de los sectores, con lo que puede que algún producto dentro de una industria de alta tecnología sea en realidad de media o baja, y viceversa⁹. En cuarto lugar, el hecho de que los productos de alta tecnología no puedan ser seleccionados únicamente a través de métodos cuantitativos lleva a que se recurra a la opinión de los expertos, la cual posee un alto grado de subjetividad, con lo que se dificulta el establecimiento de una jerarquía de productos de acuerdo a su nivel tecnológico. En quinto lugar, dado que las actividades de I+D se encuentran más frecuentemente por detrás de las innovaciones de producto, se puede llegar a subestimar la importancia de aquellas industrias relativamente intensivas en innovaciones de proceso. Por último, la “nueva” clasificación OCDE no contempla tampoco a los sectores de productos primarios y el sector de servicios.

2.4. Clasificaciones de carácter “eclectico”

Se presentan aquí aquellas clasificaciones de industrias y productos basadas en un *mix* de los criterios anteriormente presentados. En este sentido aparecen las clasifi-

9 Este inconveniente, sin embargo, no aparece en la clasificación por producto.

caciones de CEPAL (1992), UNCTAD (1996) y Baldwin y Gellatly (1998).

La primera abrevia de tres fuentes distintas: ONUDI (1979), Pavitt (1984) y OCDE (1986), con especial énfasis en la primera. Sobre esta base, se desarrolla una nueva metodología de modo de explicar los cambios tendenciales en las exportaciones de manufacturas, permitiendo determinar su grado de complejidad tecnológica. El resultado es una clasificación que consta de dos grandes grupos (productos primarios y productos industrializados). Se subdivide a los primeros, a su vez, en tres categorías (productos agrícolas, mineros o energéticos); mientras que a los segundos se los concentra en torno a dos nuevas agrupaciones: a) productos semimanufacturados, a los cuales se los discrimina en aquellos productos i) basados en recursos agrícolas e intensivos en trabajo, ii) basados en recursos agrícolas e intensivos en capital, iii) basados en recursos mineros e intensivos en capital, y iv) basados en recursos energéticos e intensivos en capital; y b) productos manufacturados, diferenciados a su vez en i) industrias tradicionales, ii) industrias de insumos básicos, iii) industrias nuevas con contenido tecnológico bajo y medio e iv) industrias nuevas con contenido tecnológico alto.

La clasificación desarrollada por UNCTAD, por su parte, es realizada a partir del análisis de cuatro variables en términos de requerimientos de las distintas industrias: a) capacidades, b) tecnologías, c) capital y d) escala de producción. A partir de la evaluación conjunta de estos requerimientos, se agrupa a las distintas industrias en cinco grupos: i) productos primarios, ii) manufacturas intensivas en mano de obra y basadas en recursos naturales, iii) manufacturas de baja intensidad de mano de obra calificada y de tecnología, iv) manufacturas de media intensidad de mano de obra calificada y de tecnología y v) manufacturas de alta intensidad de mano de obra calificada y de tecnología. Si bien el criterio que determina a estas agrupaciones se fundamenta en percepciones comunes acerca de la intensidad de mano de obra calificada y de tecnología de los procesos de producción respectivos (UNCTAD, 2002), el resultado final es compatible y similar al obtenido por otras clasificaciones que se basan en estudios y análisis más detallados de las características, dinámicas y requerimientos sectoriales.

El trabajo de Baldwin y Gellatly (1998) sugiere un marco alternativo basado en un modelo que tiene en cuenta las competencias de la firma. En particular, la clasificación de estos autores soluciona el problema de incompletitud de la metodología OCDE al ponderar en su propuesta indicadores que revelan tres tipos de actividades distintas por parte de las firmas: i) desarrollo de innovaciones,¹⁰ ii) inversión en la mejora de las capacidades de los trabajadores o desarrollo de capital humano¹¹ y iii) uso de la tecnología,¹² constituyéndose en un enfoque multidimensional y, a la vez, ecléctico. A partir de estos tres conceptos se construyen sendos índices por separado, que luego son combinados de modo de formar un índice global que captura las

10 A este respecto, son utilizadas diez variables distintas que surgen de la información presente en las encuestas de innovación. Entre ellas se encuentran la periodicidad en la introducción, tipo, grado de novedad y forma de protección de las innovaciones, importancia e intensidad de las actividades de I+D e importancia atribuida por la firma a la calidad, el servicio al cliente, la flexibilidad y la customización de sus productos o servicios.

11 De modo de conocer este aspecto se toma información sobre las actividades de capacitación que realiza la firma, la importancia que les otorga y el presupuesto que a ellas aboca.

12 De las competencias tecnológicas de las firmas se intenta dar cuenta a través de un conjunto de variables que incluyen el desarrollo, refinamiento, adaptación o compra de tecnología, la utilización de TIC en actividades de gestión y producción, los resultados y la importancia que otorga la firma a estas actividades.

competencias avanzadas de las firmas y que permite identificar a los sectores de alta y baja tecnología. Aquellos sectores con índices por encima de la mediana para cada uno de los índices correspondientes son denominados como de alta tecnología, mientras aquellos con índices por debajo de la mediana se clasifican como de baja tecnología.

El examen de la información se realiza para un conjunto de nuevas empresas basadas en tecnología de tamaño pequeño en Canadá. A partir de este análisis, los autores encuentran que las clasificaciones industriales son altamente sensibles a la elección de las variables conceptuales y los indicadores utilizados en su construcción. Debido a esto, las clasificaciones basadas en sólo una medida de la destreza tecnológica de las firmas pueden clasificar industrias de manera incorrecta, de modo que empresas con competencias avanzadas aparezcan en diversas industrias, no siendo específicas a determinados sectores como lo muestran otras clasificaciones. En otras palabras, puede que haya empresas de alta tecnología en sectores de (supuesta) baja tecnología y viceversa. Por lo tanto, no son las industrias a quien se debe catalogar como de alta o baja tecnología o con avanzadas competencias en el terreno tecnológico sino a las firmas individuales.

Si bien el enfoque basado en las competencias de las firmas representa un avance considerable respecto de las anteriores clasificaciones, dado que reconoce la naturaleza multidimensional de la destreza tecnológica y se enfoca en la población de interés, no permite dividir a las industrias en grupos de alta y baja tecnología, ya que considera a estas industrias como altamente heterogéneas. Es más, de acuerdo a este análisis la mayoría de las industrias son avanzadas de acuerdo a las dimensiones en que éstas ponen énfasis. Por tanto, las políticas de fomento de actividades que mejoren el contenido tecnológico de los productos deberían aplicarse de modo discrecional, luego de identificar a las firmas de alta tecnología que operan en diversos sectores. Sin embargo, dado que esta sería una tarea demasiado trabajosa, costosa y específica, quitaría aplicabilidad al enfoque. Asimismo, se requeriría en cada caso particular realizar una investigación sobre el conjunto de las empresas, ya que no se podría realizar sobre la base de una muestra lo suficientemente representativa que dé por resultado una categorización por industria.

Más allá de los problemas particulares de cada una de ellas, el principal inconveniente que subsiste en relación con estas clasificaciones, al igual que en aquellas otras que sólo tienen en cuenta la intensidad directa de I+D, es que, dado que los países participan de manera distinta en la cadena de valor de los productos finales, se hace muy difícil conocer su contribución al contenido tecnológico de las exportaciones. Además, ambas no están exentas de aquellos problemas o limitaciones de las cuales tomaron sus criterios para la efectiva segmentación en industrias.

3. Conclusiones y recomendaciones preliminares

El objetivo buscado en el presente trabajo es de carácter propositivo. En tal sentido, se busca recomendar la clasificación más pertinente a la hora de evaluar el contenido tecnológico de las mercancías que permita explicar y dar cuenta de las distintas formas e intensidades con que los países se insertan actualmente a las corrientes de tecnología que circulan por el mundo de manera incorporada a las mercancías. Como se ha visto, ninguna de las metodologías, clasificaciones y taxonomías presentadas se encuentra exenta de problemas o limitaciones de carácter práctico o metodológico, por lo que se podría decir que, la recomendación que de aquí surja, se trata de un sub-óptimo. Por ende, la tarea que quedará en adelante, es el desarrollo de una metodología que supere los escollos que subsisten en el camino. Más allá de esto, y en

pos del objetivo propuesto, las clasificaciones expuestas presentan distintos grados de validez para responder a la pregunta que anima este trabajo. Su ponderación permitirá concluir con una recomendación en firme.

Siguiendo el orden de la presentación, las clasificaciones que llevan a estimar el contenido tecnológico de las mercancías a partir de su mayor o menor grado de elaboración se basan en un supuesto demasiado débil y no siempre cierto. En tal sentido, no está tan claro que a mayor valor agregado o grado de elaboración de una mercancía, ésta posea un mayor contenido tecnológico. En segundo orden, tampoco es importante la validez de aquellas clasificaciones que intentan explicar el nivel tecnológico de las mercancías a partir de su grado de innovatividad. A favor de esto debe decirse que, por un lado, no toda tecnología incorporada en una mercancía es, en sí y para sí, innovadora; por el otro, no toda innovación es de carácter tecnológico y, por ende, no necesariamente mejora el contenido tecnológico de los productos. En tercer lugar, las clasificaciones basadas en aquellos elementos que permiten incorporar tecnología a las mercancías (actividades de I+D, calificación de la fuerza de trabajo y uso de tecnologías complejas) que sólo toman en cuenta una de las dimensiones referidas, por definición, poseen acotada pertinencia, ya que dejan de lado a la mayoría de los elementos que suman tecnología a los productos. Por el contrario, y también por definición, es mucho mayor la relevancia y validez de aquellas otras, denominadas aquí como multidimensionales, que toman a la mayoría de dichos elementos. Por último, las clasificaciones “eclécticas” presentan un bajo poder explicativo del contenido tecnológico de las mercancías en tanto “arrastran” los problemas o limitaciones de los criterios a partir de los cuales han sido formuladas.

190

Por lo tanto, se ha definido hasta aquí un subconjunto con las clasificaciones que tendrían un mayor poder explicativo sobre la forma e intensidad con que los distintos países se insertan en los flujos de tecnología que circulan bajo la forma de mercancías: aquellas basadas en los elementos que incorporan tecnología a las mercancías de carácter multidimensional. Resta conocer, dentro de este subconjunto, a la más apropiada. Respecto de la clasificación desarrollada por Lee y Haas (1996), su principal inconveniente, más allá de que no tiene en cuenta la utilización de maquinaria, equipo e insumos de alto contenido tecnológico en el proceso productivo, tiene que ver con sus posibilidades de transplante hacia otros contextos distintos a la industria canadiense, desde donde se ha tomado la información para su confección. Sería entonces la clasificación propuesta por Hatzichronoglou (1997) y adoptada por la OCDE la de mayor pertinencia a la hora de conocer los perfiles nacionales de inserción a las corrientes internacionales de tecnología incorporada a las mercancías, a pesar de la gran cantidad de problemas metodológicos que posee y que fueron, en parte, expuestos.

Tal recomendación se basa en una serie de razones de peso. En primer lugar, a pesar de que no incluye como elemento explicativo del contenido tecnológico de las mercancías a las capacidades de la fuerza de trabajo, parecería éste no ser un problema de gravedad, en tanto se verifica empíricamente que, en términos generales, aquellas firmas que realizan mucho gasto en I+D son también las que suelen emplear una mayor cantidad de trabajadores calificados o del conocimiento (Lee y Haas, 1996). En segundo lugar, en el caso de querer aplicar la metodología a los distintos contextos nacionales de modo de saber cuáles industrias del ámbito local pertenecen a cada categoría en términos de contenido tecnológico, existe buena disponibilidad de información, sobre todo a partir de la proliferación de encuestas de innovación y conducta tecnológica en países de menor desarrollo relativo que se dio en los últimos diez años. En tercer lugar, se trata de la clasificación más difundida y utilizada a la hora de medir el contenido tecnológico de las industrias y el comercio internacional, lo que

permite una buena comparación a nivel internacional. No obstante, el hecho de que esta clasificación no contemple a los sectores agropecuarios y de servicios implica que debe ser complementada, por un lado, por datos sobre el comercio de productos agropecuarios y, por el otro, por información sobre el comercio de tecnologías desincorporadas, cuya forma de medición más acabada es la Balanza de Pagos Tecnológica (OCDE, 1990; Bianco y Porta, 2004).

Bibliografía

- BALDWIN, J. y GELLATLY, G. (1998): "Are there High-Tech Industries or only High-Tech Firms? Evidence from New Technology-Based Firms", *Statistics Canada, Analytical Studies Branch, Research Paper Series N° 120* (11F0019MPE No. 120), December.
- BANCO MUNDIAL (2002): "2002 Knowledge Assessment", *Knowledge for Development Programme*, World Bank Institute.
- BECK, N. (1992): *Shifting Gears: Thriving in the New Economy*, Toronto, Harper Collins Publishers Ltd.
- BELL, D. (1976): *El advenimiento de la sociedad post-industrial*, Madrid, Alianza.
- BIANCO, C. (2006): "¿Automóviles o vacas? ¿Acero o caramelos? Una revisión crítica de las Tesis de Prebisch-Singer y una propuesta de explicación del deterioro de los términos de intercambio basada en la Ley del Valor Trabajo", mimeo, trabajo realizado en el marco de la Séptima Edición de la Escuela de Verano sobre Economías Latinoamericanas organizada por CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile, octubre.
- BIANCO, C., LUGONES, G., PEIRANO, F. y SALAZAR, M. (2003): "Indicadores de la Sociedad del Conocimiento e Indicadores de Innovación. Vinculaciones e Implicancias Conceptuales y Metodológicas", en F. Boscherini, M. Novick y G. Yoguel (comps.): *Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación. Los Límites en la Economía del Conocimiento*, Buenos Aires - Madrid, Editorial Miño y Dávila - Universidad de General Sarmiento.
- BIANCO, C. y PORTA, F. (2004): "Los límites de la Balanza de Pagos Tecnológica para medir la transferencia de tecnología en los países en desarrollo", en RICYT: *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2003*, Buenos Aires, RICYT.
- BOBE, B. (2002): "The New Economy: Myth or Reality?", *ISUMA-Canadian Journal of Policy Research*, Vol. 3, N° 1, Primavera.
- CASTELLS, M. (1998): *La Era de la Información*, Madrid, Alianza.
- CEPAL (1992): "El comercio de manufacturas de América Latina: evolución y estructura 1962-1989", *Estudios e Informes de la CEPAL* (LC/G. 1731-P), Santiago, Noviembre.
- CHAPARRO, F. (1998): *Conocimiento, innovación y construcción de sociedad: una agenda para la Colombia del Siglo XXI*, Bogotá, Colciencias - Tercer Mundo Editores.
- CORIAT, B. (1997): "Los desafíos de la competitividad", Oficina de Publicaciones del CBC, UBA, Buenos Aires, Febrero.
- DAVID, P. y FORAY, D. (2002): "Una introducción a la economía y a la sociedad del saber", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, N° 171, UNESCO, Marzo.
- DOSI, G., PAVITT, K. y SOETE, L. (1990): *The Economics of Technical Change and International Trade*, New York, New York University Press.
- FUENTES CANDAU, R. (2002): "Clasificaciones sectoriales del comercio exterior: hacia un esquema integrado", *Revista Información Comercial Española*, N° 798, Marzo.
- GUERRIERI, P. (1993): "International Competitiveness, Trade Integration and Technological Interdependence in Major Latin American Countries", mimeo, University of Naples, Federico II.

- GUERRIERI, P. (1994): "International Competitiveness, Trade Integration and Technological Interdependence", en C. Bradford (comp.): *Integrating Competitiveness, Sustainability and Social Development*, París, OCDE.
- GUERRIERI, P. (2002): "Trade Openness, Industrial Change and Economic Development", en J. Fanelli y R. Medhora (eds.): *Finance and Competitiveness in Developing Countries*, London, Routledge.
- GUERRIERI, P. y MILANA, C. (1995): "Changes and Trends in the World Trade in High-Technology Products", *Cambridge Journal of Economics*, 19.
- HATZICHRONOGLOU, T. (1997): "Revision of the High-Technology Sector and Product Classification", *OCDE STI Working Papers 1997/2*, París.
- KOOPMAN, G. y MÜNNICH, F. (1999): "National and International Developments in Technology - Trends, Patterns and Implications for Policy", *HWWA-Diskussionspapier # 76*, Hamburgo.
- LALL, S. (1998): "Technological Capabilities in Emerging Asia", *Oxford Development Studies*, 26 (2), pp. 213-43.
- LALL, S. (2001): "The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98", en S. Lall: *Competitiveness, Technology and Skills*, Edward Elgar Publishers.
- LEE, F. C. y HAAS, H. (1996): "A Quantitative Assessment of High-Knowledge Industries versus Low-Knowledge Industries", en P. Howitt: *The Implications of Knowledge-Based Growth for Micro-Economic Policies*, Calgary University Press.
- LEFEBVRE, É. y LEFEBVRE, L. (2001): "Innovative Capabilities as Determinants of Export Performance and Behaviour: a Longitudinal Study of Manufacturing SMEs", en A. Kleinleucht y P. Monhen (eds.): *Innovation and Firm Performance: Econometric Explorations of Survey Data*, Londres y Basingstoke, Palgrave MacMillan Press.
- LUCAS, R. (1988): "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, N° 1.
- MILESI, D., SCHNEUWLY, P. y YOGUEL, G. (2004): "Consideraciones teóricas y aplicadas sobre los posibles efectos del ALCA para la Argentina", en F. Porta, V. Moori Koenig y P. Schneuwly (coords.): *Las PyMEs argentinas frente al ALCA: ¿oportunidad o amenaza?*, Buenos Aires - Madrid, Editorial Miño y Dávila - FUNDES Internacional.
- MIOTTI, L. y QUENAN, C. (1994): "Globalización, regionalización y competitividad tecno-industrial", en C. Moneta y C. Quenán (comps.): *Las reglas del juego: América Latina, globalización y regionalismo*, Buenos Aires, Corregidor.
- NACIONES UNIDAS (1969): "Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas", *ST/STAT/SER.M/4/Rev.2*, Nueva York.
- OCDE (1980): "Internacional Trade in High Research and Development-Intensive Products", *SITC/80.48*.
- OCDE (1984): "Specialisation and Competitiveness in High, Medium and Low R&D-Intensity Manufacturing Industries: General Trends", internal OECD memorandum.
- OCDE (1986): "Science and Technology Indicators", N° 2, París.
- OCDE (1990): "Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data - TBP Manual", París.
- OCDE (1996): "The Knowledge-based Economy", París.
- ONUUDI (1979): "La industria mundial desde 1960: progreso y perspectivas", ID/229, Nueva York.
- PAVITT, K. (1984): "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, Diciembre.
- PAVITT, K. (1988): "International Patterns of Technological Accumulation", en N. Hood y J. E. Vahne (eds.): *Strategies in Global Competition*, London, Croom Helm.
- PREBISCH, R. (1950): "El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas", publicado en *Desarrollo Económico*, Vol. 26, N° 103, Octubre-Diciembre de 1986.

- PREBISCH, R. (1963): *Hacia una dinámica del desarrollo latinoamericano*, México - Buenos Aires, FCE.
- PREBISCH, R. (1964): *Nueva política comercial para el desarrollo*, México, FCE.
- PREBISCH, R. (1981): *Capitalismo periférico. Crisis y transformación*, México D.F., FCE.
- RAYMOND, W., MOHNEN, P., PALM, F. y SCHIMM VAN DER LOEFF, S. (2004): "An Empirically Based Taxonomy of Dutch Manufacturing: Innovation Policy Implications", *CIRANO, Scientific Series 2004s-36*, Montreal.
- REINERT, E. (1994): "Catching-up From Away Behind. A Third World Perspective on First World History", en Faberberg, Verstapen y Von Tunzelmann (eds.): *The Dynamics of Technology, Trade and Growth*, England, Elgar.
- REINERT, E. (1995): "Competitiveness and its Predecessors: a 500 Years Cross-National Perspective", *Structural change and Economic Dynamics*, N° 6.
- ROBSON, M., TOWNSEND, J. y PAVITT, K. (1988): "Sectoral Patterns of Production and Use of Innovations in the UK: 1945-83", *Research Policy*, 17 (1), pp. 1-14.
- ROSE, G. (1992): "Employment Growth in High-Tech and Knowledge Industries", mimeo, Department of Finance, Government of Canada.
- SINGER, H. (1950): "Distribución de ganancias entre países inversores y prestatarios", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. II, N° 2, Mayo.
- UNCTAD (1965): "Definición de productos básicos, semimanufacturados y manufacturados", Junta de Comercio y Desarrollo (TD/B/C.2/3), Ginebra, Julio.
- UNCTAD (1996): "Trade and Development Report", Nueva York y Ginebra, Naciones Unidas.
- UNCTAD (2002): "Informe sobre el comercio y el desarrollo", Nueva York y Ginebra, Naciones Unidas.
- UNIÓN EUROPEA (1996): "Green Paper - Living and Working in the Information Society: People First", Bruselas, Commission of the European Communities
- VALENTI LOPEZ, P. (2002): "La Sociedad de la Información en América Latina y el Caribe: TICs y un nuevo marco institucional", *Revista CTS+I*, N° 2, Enero-Abril.
- WONG, F. (1990): "High Technology at Work", *Perspectives* (Spring), Statistics Canada.

Indicadores de internacionalização nas universidades

INGUELORE SCHEUNEMANN DE SOUZA E
MARIA AUGUSTA MARTIARENA DE OLIVEIRA*

Introdução

O processo de internacionalização nas universidades é uma realidade bastante palpável na atualidade. Tendo em vista a difusão desse processo, tornou-se muito importante o delineamento de indicadores que possibilitem perceber o grau de internacionalização e a qualidade dos programas de intercâmbio, de educação continuada, o preparo para receber e enviar estudantes, professores e pesquisadores, entre outros.

No entanto, antes de tratar-se dos indicadores, optou-se por abordar a dimensão internacional na atualidade, não nos restringindo apenas às universidades. No item seguinte: “O processo de internacionalização das universidades”, tratar-se-á dos temas: a internacionalização, programas e o Mercosul e no âmbito Iberoamericano, tema desta publicação, dos aportes derivados da Organização dos Estados Iberoamericanos e do Programa Iberoamericano de Ciência e Tecnología para el Desarrollo - CYTED, a educação e a globalização e o processo de internacionalização. Em seguida, serão situados os fatores que influenciam a internacionalização. Por fim, abordar-se-á os indicadores de internacionalização utilizados por algumas universidades e as conclusões comuns definidas pelas universidades mencionadas. Inicia-se, portanto, com o tema “a dimensão internacional na atualidade”.

195

1. A dimensão internacional na atualidade

A título de colocar o tema em um âmbito mais abrangente cabe reproduzir o que afirmaram Watson, Crawford e Farley *apud* Souza (2006), em um estudo preparado para o Banco Mundial:

In the future, the ability of countries to access, comprehend, select, adapt, and use technological knowledge will increasingly be the determinant of material well being and quality of life. (Souza, 2006)

De acordo com Sebastián (2003), o crescente protagonismo da dimensão internacional no desenvolvimento científico e tecnológico, obriga a reconsiderar as visões tradicionais dos sistemas nacionais de ciência-tecnologia-inovação e introduz novas interrogações sobre a natureza intrínseca dos processos de internacionalização, seus impactos e o estabelecimento de indicadores para sua medição e interpretação.

Uma afirmação que é primária, ou primeira, nas atividades de CT&I, caracteriza-se pela horizontalidade e pela incidência de longo prazo. Carlos Américo Pacheco, Secretário Executivo do Ministério de Ciência e Tecnologia do Governo Brasileiro e Professor do Instituto de Economia da UNICAMP, na apresentação que fez da publicação “Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil”, 2003, sublinha que

* Inguelore Scheunemann de Souza é gestora da Área de Ciência e Sociedade do Programa CYTED (correio eletrônico: inguelore@gmail.com). Maria Augusta Martiarena de Oliveira é secretária executiva da gestora da Área de Ciência e Sociedade do Programa CYTED.

tais características da CT&I têm reflexo, também, nos indicadores utilizados para acompanhar a evolução e dinâmica, ou seja, a construção de indicadores de CT&I pressupõe uma abordagem necessariamente multidisciplinar e requer um trabalho metodológico minucioso e transparente que permita a produção de um conjunto coerente de indicadores que faculte aos seus usuários, não somente uma visão mais ampla da área, como, também, das limitações inerentes a esses indicadores.

Entre os múltiplos fatores que favorecem o crescente papel da dimensão internacional na ciência e tecnologia, pode-se destacar os seguintes, sem a pretensão de esgotá-los: a maior interdisciplinaridade, a necessidade de complementar capacidades para abordar determinados temas e problemas e compartilhar grandes equipes, os avanços nas tecnologias da informação e comunicação, a disponibilidade e facilidade para a mobilidade, o reconhecimento, por parte dos pesquisadores, instituições e empresas da eficácia e eficiência da cooperação para a melhoria da qualidade, a aceleração da inovação e a competitividade. Por outro lado, é necessário fazer referência à generalização dos processos de globalização, a abertura econômica e comercial, a criação de espaços interinstitucionais e supranacionais para a ciência e a tecnologia e os programas de fomento multilaterais e bilaterais da cooperação internacional.

Sebastián (2003) ressalta, ainda, a diferença de significado entre cooperação internacional e internacionalização, os quais não se caracterizam como sinônimos. Para o autor, todos os processos de cooperação internacional contribuem para a internacionalização, mas nem todas as estratégias e processos de internacionalização requerem cooperação internacional.

Embora o autor tenha mencionado a importância da internacionalização para o campo da ciência-tecnologia-inovação, deve-se ter em conta que os mais diversos campos sofreram influência desse fenômeno, entre eles as universidades. Quando o processo de globalização iniciou-se, foi possível apreciar as amplas vantagens que dele derivariam, tanto no aspecto pessoal como acadêmico. No entanto, com o passar do tempo, foi necessária uma adequação aos critérios que manejam o mundo universitário para transformar a universidade em uma universidade competitiva em nível mundial. Para isso, é requerido ampla abertura às possibilidades de desenvolvimento que, de forma conjunta, podem ser realizadas entre universidades locais e seus pares no exterior. De acordo com Malo (1996), a cooperação internacional converteu-se, também, em um instrumento e um indicador da posição institucional ou nacional na competitiva arena dos sistemas educativos globais.

196

2. O processo de internacionalização nas Universidades

2.1. Internacionalização, programas de cooperação regionais

De acordo com Makhubo (1995), trabalhar junto na busca pelo conhecimento é um ideal que as universidades seguem desde épocas antigas, o que pode ser demonstrado pelas longas distâncias que os estudantes viajavam para tornarem-se alunos de professores famosos em seu tempo, como Aristóteles. Na atualidade, o processo de cooperação universitária se dá, notadamente, através de convênios e programas. Existem alguns desses programas de cooperação universitária, já consagrados, como, por exemplo: ERASMUS (União Européia), UMAP (Ásia e Pacífico) e alguns relacionados à formação de conhecimento e reconhecimento de profissionais requeridos pelo NAFTA (América do Norte).

Com relação ao Mercosul, Morosini (1994) aponta que os impasses à integração dos países do Mercosul são bem maiores do que os enfrentados pelos projetos universi-

tários de mobilidade acadêmica entre os países ricos. Às dificuldades enfrentadas por tais países são acrescidas as dificuldades de origem econômica e de alto grau de diferenciação entre os sistemas de ensino superior nos países em desenvolvimento. Pode-se perceber a diferenciação entre o processo de intercâmbio antigo e o atual, moderno, que se iniciou e se consolidou no decorrer do século XX. Sobre esse processo de consolidação da cooperação universitária, mais especificamente entre a União Européia a América Latina e o Caribe, Teixeira (2004) elaborou um esquema cronológico bastante elucidativo (Tabela 1):

Tabela 1. Cronologia das Relações entre União Européia, América Latina e Caribe

1952	Criação da Comunidade Européia do Carvão e do Aço que está na origem do processo de integração de que se tornará, em 1993, a União Européia
1969	Criação do Pacto Andino, que passará, em 1996, a constituir a Comunidade andina (Acto de Trujillo)
1973	Criação da Caricom: Comunidade e Mercado Comum do Caribe (Tratado de Chaguaramas).
1974	Início das conferências bianuais do Parlamento Europeu e do Parlantino.
1975	Criação do Grupo ACP (África, Caribe e Pacífico) e assinatura da Primeira Convecção de Lomé (EU-ACP).
1976	Primeiras atividades de cooperação entre a União Européia e a América Latina, incluindo alguns países do Caribe que, na altura, não eram membros do grupo ACP.
1983	Assinatura do primeiro Acordo de Cooperação entre a União Européia e o Pacto Andino.
1984	Lançamento do Diálogo de San José entre a União Européia e os países da América Central.
1985	Assinatura do Acordo de Cooperação União Européia - América Central.
1986	Criação do Grupo do Rio.
1990	Declaração de Roma, que estabelece um diálogo político entre a União Européia e o Grupo do Rio.
1990	Convenção de Lomé IV (EU-ACP), adesão do Haiti e da República Dominicana.
1991	Assinatura do Tratado de Asunción, que criou o Mercosul (Mercado Comum do Sul).
1992	Criação do Cariforum.
1994	Assinatura do Protocolo de Ouro Preto, que reforça e institucionaliza o processo Mercosul.
1994	Quarto encontro ministerial entre a União Européia e o Grupo do Rio em São Paulo: adopção de uma declaração sobre a "parceria".
1995	Comunicação da Comissão Européia: "União Européia – América Latina: actualidade e perspectivas de reforço da parceria 1996-200" – COM(95)495.
1996	Primeira reunião do diálogo de alto nível entre a União Européia e a Comunidade Andina em matéria de luta contra a droga na sequência da assinatura, em 1995, dos acordos sobre os "precursores".
1997	Assinatura do Acordo de Parceria Econômica, Política e de Cooperação com o México.
1999	Comunicação da Comissão Européia: "Uma nova parceria: União Européia – América Latina no limiar do século XXI – COM (1999) 105.
1999	Cimeira de Rio de Janeiro: União Européia, América Latina e Caribe.
2000	Comunicação da Comissão sobre o seguimento da Cimeira do Rio: "Seguimento da 1.ª Cimeira entre a América Latina, Caribe e a União Européia" – COM (2000) 670.
2000	Assinatura dos Acordos de Cotonou entre a CE (quinze países) e os países ACP (77 países) por um período de vinte anos.
2000/2001	Entrada progressiva em vigor do Acordo de Comércio Livre com o México.
2002	Cimeira de Madri: União Européia, América Latina e Caribe.

Fonte: TEIXEIRA, Maria Esmeralda Almeida. Construção do espaço comum de educação superior entre a União Européia e os países de América Latina e Caribe: algumas considerações. In: Anais da II Reunião do CUIB. – Brasília: ANDIFES, 2004, p.162-163.

Um outro organismo bastante relevante no processo de integração regional é a Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. A OEI é um órgão internacional de caráter governamental para a cooperação entre os países ibero-americanos no campo da educação, da ciência, da tecnologia e da cultura, que visa o desenvolvimento integral da democracia e da integração regional entre seus estados membros: Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Chile, República Dominicana, El Salvador, Espanha, Guatemala, Guiné Equatorial, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Portugal, Porto Rico, Uruguai e Venezuela.

A OEI nasceu em 1949, sob a denominação de Escritório de Educação Ibero-americana e com caráter de agência internacional, como consequência do I Congresso Ibero-americano de Educação, celebrado em Madri. Em 1954, no II Congresso Ibero-americano de Educação, decorrido em Quito, decidiu-se transformar a OEI em organismo inter-governamental. A partir da I Conferência Ibero-americana de Chefes de Estado e de Governo (Guadalajara, 1991), a OEI promoveu e convocou as Conferências de Ministros de Educação, como instância de preparação dessas reuniões cimeiras, encarregando-se também daqueles programas educativos, científicos ou culturais que lhe são delegados para a sua execução.

A OEI visa estabelecer, de forma geral, os seguintes fins: Contribuir para fortalecer o conhecimento, e a integração entre os povos ibero-americanos através da educação, da ciência, da tecnologia e da cultura; colaborar permanentemente na transmissão e no intercâmbio de experiências de integração econômica, política e cultural produzidas nos países europeus e latino-americanos; colaborar com os Estados Membros no objetivo de conseguir que os sistemas educativos cumpram uma tripla função: humanista, de democratização, e a equidade social; colaborar na difusão de uma cultura que, sem esquecer a idiosincrasia e as peculiaridades dos diferentes países, integre os códigos da modernidade para permitir assimilar os avanços globais da ciência e da tecnologia, revalorizando a própria identidade cultural e aproveitando as respostas que surgem da sua acumulação; facilitar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade nos países ibero-americanos; promover a vinculação dos planos de educação, ciência, tecnologia e cultura e os planos e processos sócio-econômicos que perseguem um desenvolvimento ao serviço do homem, assim como uma distribuição equitativa dos produtos culturais, tecnológicos e científicos; promover e realizar programas de cooperação horizontal entre os Estados Membros e destes com os Estados e instituições de outras regiões; contribuir para a difusão das línguas espanhola e portuguesa e para o aperfeiçoamento dos métodos e técnicas do seu ensino, assim como para a sua conservação e preservação nas minorias culturais residentes em outros países; fomentar, ao mesmo tempo, a educação bilíngüe para preservar a identidade multicultural dos povos da América Latina, expressa no plurilingüismo da sua cultura.

No mesmo sentido da OEI, pode-se citar o Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), que foi criado em 1984, mediante um Acordo Marco Interinstitucional firmado por 19 países da América Latina, Espanha e Portugal. O Programa CYTED se define como um programa internacional de cooperação científica e tecnológica multilateral, com caráter horizontal e de âmbito iberoamericano.

Seu principal objetivo é contribuir para o desenvolvimento harmônico da Região Iberoamericana, mediante o estabelecimento de mecanismos de cooperação entre grupos de pesquisa das Universidades, Centros de I+D y Empresas inovadoras dos países iberoamericanos, que pretendem a consecução de resultados científicos e tecnológicos transferíveis aos sistemas produtivos e às políticas sociais.

Após este breve histórico de programas e organismos internacionais que auxiliam na efetivação da internacionalização no ensino superior, optou-se por realizar um estudo da relação da educação e da globalização.

Pelos exemplos da OEI e do Programa CYTED pode se constatar a precoce preocupação em estabelecer políticas e mecanismos em plano multilateral voltados à internacionalização da educação, ciência e cultura em Iberoamérica.

2.2. A Educação e a Globalização

O fenômeno da globalização é resultado da integração mundial dos setores econômico e financeiro possibilitado pelo significativo progresso tecnológico, em particular nas áreas da informação e comunicação; pelas mudanças geopolíticas, notadamente, pelo colapso do Bloco Socialista e pela Emergência de grupos econômicos de países (União Européia, Mercosul, etc.); pela ideologia dominante da regulação pelas leis de mercado, inicialmente aplicadas nas trocas econômicas e financeiras e, gradualmente proposta para todos os setores de atividades humanas, incluindo o setor social (educação, saúde, entre outros) (Hallak, 1999).

Desvelam-se dois cenários propostos por Hallak: Cenário 1 – conflitos de objetivos; Cenário 2 – complementaridades. No primeiro cenário, são apresentados os pontos negativos da globalização: baseada nos mecanismos de mercado; individualismo e oportunidades desiguais; segmentação das sociedades e grupos (concentração do capital na Europa, Japão e América do Norte); enfraquecimento dos valores universais; enfraquecimento dos Estados, cuja capacidade de monitorar a economia, tendo em vista os interesses sociais, ficam restritas às multinacionais. Então, a capacidade dos Estados de proteger os direitos humanos e promover o acesso à educação de qualidade é cada vez mais limitada. No segundo cenário, o autor aponta para os pontos positivos da globalização: contribuiu para a larga difusão de idéias e valores (incluindo direitos humanos); torna visível, através da mídia, a injustiça social e a exploração econômica, gerados pela própria globalização; até mesmo as multinacionais utilizam valores universais (como proteção ao meio-ambiente, luta contra o trabalho infantil e direitos humanos) como estratégias de marketing.

De certa forma, uma das vantagens da globalização é o acesso, antes relegado a alguns, a diferentes formas de conhecimento, notícias, etc. Um mundo de possibilidades propiciado, especialmente, pela internet e outros meios de comunicação. Essas transformações sociais obviamente deixaram suas marcas na educação. A internacionalização, além de ter crescido em importância e alcance, evoluiu ao ponto de ser considerada indiscutivelmente como um processo central para a vida da universidade de hoje e, como tal, integrante das dimensões, internacional, intercultural e global aos propósitos, às funções e à oferta de educação terciária (Roldán, 2007). Para o autor, a internacionalização não é necessariamente mercantilização. Schuberoff (2003), no entanto, acredita que os serviços de educação superior subitamente se incorporam à lista de produtos que são objeto do comércio internacional, o que gera todo o tipo de conseqüências, especialmente no que tange a necessidade de avaliação e creditação e modificações nos termos de referência de qualidade e pertinência. Coloca-se, então, a questão bastante atual de se a educação pode ser considerada ou não, um bem de consumo regidos pelas normas da Organização Internacional do Comércio. Veja-se o exemplo dos Estados Unidos: segunda a Revista Newsweek de agosto de 2007, nesse país, fornecer ensino superior para estudantes estrangeiros gerou mais de 14 bilhões de dólares para a economia norte-americana em taxas de matrícula e despesas dos estudantes. Logo, com o número de estudantes internacionais crescendo exponencialmente, universidades e nações

fazem grandes esforços para atraí-los, tanto por motivos econômicos, como intelectuais.

O estudo da globalização e da educação está intrinsecamente ligado ao tema do processo de internacionalização, o qual será abordado a seguir.

2.3. O processo de internacionalização

Las fortalezas de una institución deben ser puestas al servicio de las carencias o debilidades de otra. La existencia de debilidades no la hace una institución disminuida, pero la obligan a buscar mecanismos para suplirlas transitoria o permanentemente, a la vez que pone sus fortalezas al servicio de las otras instituciones en lo que he llamado el proceso de cooperación para la complementación. La fortaleza para la complementación viene de una de las características fundamentales de la institución universitaria, su diversidad. Diversidad que debe convertirse en la fuerza fundamental para el cambio institucional. (Macaya, 2003: 241)

A mobilidade internacional de estudantes e pesquisadores constitui-se em parte indispensável do processo de internacionalização do ensino secundário e superior. Na Europa, o tratado de Bolonha visa padronizar a educação superior europeia até 2010, oferecendo um selo de aprovação reconhecido em todo o continente. Quarenta e cinco nações trabalharam até 1999, nesse acordo, com a finalidade de fazer cursos comparáveis e tornar mais fácil o intercâmbio de estudantes e funcionários. A tarefa de padronizar o ensino superior europeu, no entanto, não é tão fácil de ser realizada, pois se tratam de países que apresentam grandes diferenças culturais e uma enorme variedade de idiomas. O Tratado de Bolonha propõe a padronização por meio de controles das bases: para as suas graduações serem reconhecidas, universidades precisavam apresentar um mínimo de pontos requeridos.

O Conselho Extraordinário de Lisboa, de março de 2000, reafirmou a importância desse processo, em vista da criação de uma área comum de conhecimento e pesquisa, convidando os estados membros, no caso União Europeia, a identificar os significados apropriados para promover a mobilidade de estudantes, professores, estagiários e pesquisadores, utilizando-se dos programas existentes (Sócrates, Leonardo, Youth) e eliminando os obstáculos existentes.

Segundo o Plano de Ação para Mobilidade (Intercâmbio), planejado no Conselho de Nice, em dezembro de 2000:

- * Tornar o intercâmbio na Europa mais democrático;
- * Promover tipos adequados de financiamento;
- * Aumentar o intercâmbio e melhorar as suas condições.

A internacionalização acarretou melhoras substanciais na sociedade e nas universidades. Como exemplo, é possível citar a afirmação de Sebastián (2003), sobre a mobilidade internacional de estudantes de pós-graduação e de pesquisadores, a qual acelerou como conseqüência de numerosas causas, especialmente, pelo crescimento da economia do conhecimento. A expansão da educação transnacional está favorecendo a internacionalização da formação de pós-graduação.

De acordo com o referido autor, a internacionalização das universidades é um processo de introdução da dimensão internacional em: cultura e estratégia institucional, funções de formação, pesquisa e extensão e projeção internacional da oferta e capacidades. Outros autores possuem a mesma visão positiva sobre as conseqüências da internacionalização nas universidades:

Esta cultura internacional que ya podemos considerar arraigada en la mayoría de nuestras universidades, es la que está abriendo nuevas vías de cooperación, contri-

buyendo a la creación, cada día más, de ese espacio común iberoamericana de enseñanza superior. (Delgado, 2003: 278)

Além disso, o processo de internacionalização iniciado nas universidades, exigiu a realização de uma nova avaliação do tipo de universidade, da sua função. Para tanto, é necessário o estabelecimento de indicadores para perceber a internacionalização ou não das instituições de ensino superior. Antes de abordar a temática dos indicadores, faz-se necessário tratar dos fatores que influenciam a internacionalização.

3. Fatores que influenciam a internacionalização

De forma geral, é possível afirmar que determinados fatores influenciam a internacionalização, tais como:

- * contexto político (políticas de fomento à internacionalização e à cooperação internacional, contexto nacional e internacional, políticas regionais, etc.);
- * contexto científico e tecnológico (organismos científicos, comunidade científica e tecnológica, universidades, etc.);
- * contexto produtivo e social (agências de desenvolvimento, centros de produtividade, organizações, etc.);
- * contexto financeiro (fundos de financiamento, organizações supranacionais, etc.);
- * contexto legal (legislação, normas e regulamentos);
- * instrumentos (acordos governamentais, convênios interinstitucionais, programas de fomento, etc.)
- * atividades de I+D+i (fluxos internacionais na formação e especialização de recursos humanos, programas internacionais, projetos, mobilidade de recursos humanos, contratos, assessorias e consultorias, etc.);
- * resultados e produtos (recursos humanos para I+D formados no exterior, recursos humanos captados no exterior, patentes no exterior, etc.);
- * impactos no interior do sistema científico-técnico (criação e consolidação de capacidades, fortalecimento institucional, diversificação de relações científicas e tecnológicas, etc.);
- * impactos no sistema econômico produtivo (diversificação de relações empresariais e comerciais, incremento do valor agregado ao produto, etc.);
- * Impactos na qualidade de vida (indicadores de desenvolvimento humano, saúde pública, educação, meio-ambiente, etc.),
- * impactos sobre o contexto internacional (mudanças nas agendas internacionais de I+D).

201

De certa forma, esses fatores gerais apontam para o caso específico da internacionalização das universidades. Pensando nesse campo, Sebastián (2006) enumerou uma série de fatores específicos, subdivididos em “institucionais” e “externos”.

Os fatores institucionais citados pelo autor são:

- * História e cultura institucional;
- * Modelo de universidade;
- * Valorização da dimensão internacional;
- * Estratégias institucionais;
- * Normas;
- * Formação do corpo docente;

- * Desenvolvimento da pesquisa e pós-graduação;
- * Organização e modelos de cooperação internacional;
- * Domínio de idiomas;
- * Contexto geográfico e infra-estruturas;
- * Áreas de excelência, especialização e oportunidades;
- * Visibilidade e reconhecimento institucional.
- * Os fatores externos são:
 - * Políticas nacionais da educação superior;
 - * Políticas nacionais de fomento à pesquisa;
 - * Políticas das agências de cooperação internacional
 - * Participação do país em esquemas de integração ou regionalização;
 - * Pressão pela articulação da universidade no contexto mundial da educação superior.

Percebe-se que a conjunção de fatores internos e externos pode permitir ou impedir o processo de internacionalização das universidades. A partir do momento em que são definidos esses fatores, parte-se para a elaboração de indicadores para a avaliação do nível de internacionalização das universidades. Para a confecção do item seguinte, utilizaram-se projetos e artigos de cinco países bastante diferentes, a fim de tornar visível um recorte bastante variado. Os países em questão são: Itália, Japão, Peru, Finlândia e Brasil.

4. Indicadores de internacionalização nas universidades

4.1. Itália

O Conselho Nacional para a Avaliação do Sistema Universitário, através da Universidade de Trieste elaborou, em 2003, um projeto intitulado *“Evaluation of the management of student international mobility programs in the italian universities: presentation or the Project and main results of the Research”*. Foi elaborada uma série de indicadores para a verificação do índice de internacionalização das universidades italianas. Os indicadores foram identificados, subdivididos em quatro seções, tendo apenas o primeiro ramificando-se em quatro itens:

- 1 – Organização e gerência da mobilidade (envio de estudantes);
 - A – Informação e orientação;
 - B – Planejamento acadêmico (planos de estudos no tempo determinado);
 - C – Planejamento do Financiamento;
 - D – Monitoramento.
- 2 – Promoção e recepção de intercâmbio;
- 3 – Aumento do número de fontes financiadoras;
- 4 – Recursos humanos (preparar equipe de funcionários para realizar a gerência do intercâmbio estudantil, conhecimentos e habilidades necessárias – conhecimento de idiomas, de culturas, de diferentes sistemas de educação e estágio na Europa).

4.2. Japão

Com base em projeto ministrado na Universidade de Osaka, propôs-se a utilização de indicadores de avaliação para verificar a internacionalização das universidades no

Japão. A pesquisa foi dividida em duas partes: Lista de Indicadores e proposta de avaliação baseada nos indicadores de internacionalização. Os indicadores foram divididos em 8 categorias, 23 categorias intermediárias e 49 categorias detalhadas.

Os pesquisadores afirmam que os indicadores do referido projeto não foram definidos com a intenção de uniformizar a avaliação da internacionalização, mas para prover as universidades de um meio para atingir a internacionalização das atividades de currículo e pesquisa.

Os referenciais teóricos utilizados para a realização desse projeto notadamente no que tange o delineamento dos indicadores, foram: IQR (The development of an Internationalization Quality Review Process for Higher Education, 2997, IMHE/OECD/ACA) e ACE (Internationalizing the Campus: A User's Guide, Madeleine Green e Christa Olson, 2003, American Council on Education).

De forma resumida, os indicadores elaborados pela Universidade de Osaka são:

Indicadores para avaliação:

1 – Missão, metas e planos da Universidade:

- A – Estatutos oficiais quem busquem a internacionalização da universidade (aplicação dos estatutos oficiais);
- B – Estrutura administrativa responsável;
- C – Estabelecimento de planos a médio e longo prazo e metas estratégicas para implementação da internacionalização nas universidades.

2 – Estruturas e recursos humanos;

- A – Estruturas e processos para políticas de internacionalização (comitês para a realização de intercâmbios, frequência de encontros, etc.);
- B – Estrutura organizacional para operação (departamentos para atividades de intercâmbio possuem claros os seus planos – modelo centralizado ou descentralizado, departamentos responsáveis pela captação de estudantes estrangeiros, quadro de repartição/distribuição: especialistas ou generalistas – responsáveis pelas atividades de intercâmbio, etc. – com preparo ou não, universidade e seus membros preparados para receber pessoas de diferentes culturas e diferentes linguagens?);
- C – Desenvolvimento profissional e revisão na área de internacionalização (programas para o desenvolvimento da faculdade e dos recursos humanos, envolvidos no trabalho com assuntos internacionais);
- D – Arcabouço legal (arcabouço institucional legal para a administração da área internacional).

3 – Orçamento e execução;

- A – Estrutura orçamentária para departamentos envolvidos em atividades internacionais (intercâmbio acadêmico, operações internacionais, fundos para atividades externas de pesquisa);
- B – Orçamento e desempenho (expansão das relações internacionais, fundos independentes para a expansão das atividades relacionadas com as relações internacionais, efeitos e resultados dos convênios internacionais e das atividades de intercâmbio).

4 – Dimensão internacional das atividades de pesquisa;

- A – Realização de pesquisas (realização de atividades de pesquisa em nível internacional);
- B – Desenvolvimento internacional de atividades de pesquisa (intercâmbio entre

as faculdades e realização de pesquisas em comum, número de projetos de pesquisas em comum e fundos para pesquisa recebidos de outros países).

- 5 – Sistema de suporte, provisão de informações e infra-estrutura;
- A – Sistema de suporte para pesquisadores e estudantes internacionais (informações através de website em inglês, acomodação dos estudantes e pesquisadores no Campus);
 - B – Suporte diário para estudantes e pesquisadores internacionais (estabelecimento dos estudantes e pesquisadores no Campus, acomodação, saúde, treinamento no idioma local, etc.).
- 6 – Afiliações internacionais;
- A – Inter-universidades (acordos de intercâmbio, convênios, número de programas de intercâmbio acadêmico, etc.);
 - B – Escritórios no exterior;
 - C – Relações com a comunidade local (contribuições do intercâmbio para a comunidade local).
- 7 – Internacionalização do currículo universitário;
- A – Programa de Idiomas;
 - B – Programas acadêmicos em geral;
 - C – Internacionalização da educação especializada (participação em organizações de reconhecimento internacional, resultados dessa participação, etc.).
- 8 – Programas em conjunto com organizações estrangeiras (intercâmbio acadêmico, etc.).
- A – Resultados gerais em busca de programas internacionais;
 - B – Intercâmbio internacional;
 - C – Avaliação dos programas em conjunto com outras universidades;
 - D – Desenvolvimento de novos programas.

204

4.3. Peru

Artigo de autoria da Prof.^a Sheyla Salazar Fernández, da Universidade Nacional Mayor de San Marcos al Día, centrado na internacionalização das universidades peruanas, e focalizado especialmente na sua instituição, tomou como referencial teórico para a configuração de seu trabalho, os indicadores delineados pela NASFA (Association of International Educators), definidos para a caracterização da internacionalização das universidades.

Antes de apresentar um conjunto de indicadores, a autora assinalou algumas características presentes nas universidades que apresentam índices de internacionalização: consciência da necessidade de interagir e conhecer diferentes culturas; flexibilização do processo de admissão dos estudantes estrangeiros e maior ênfase no intercâmbio de estudantes através de convênios que possuem ou unindo-se a redes que permitam o desenvolvimento de atividades conjuntas.

A lista de indicadores proposta pela autora inclui:

- 1 - Internacionalização dos programas de estudo;
- A - conteúdo dos cursos e programas comparados com seus pares estrangeiros;
 - B - formação à distância ou desenvolvimento de cursos on-line;
 - C - desenvolvimento co-tutelar de tese (quando a tese é orientada por professores de universidade local e outro de universidade estrangeira);

- D - traslado e estadias internacionais oferecidos aos estudantes participantes;
- 2 - Internacionalização das faculdades;
- A - presença de estudantes estrangeiros;
 - B - cursos no exterior (professores);
 - C - convênios.
- 3 - Internacionalização da comunidade universitária (docentes, estudantes e administrativos).
- A - conhecimento de idiomas estrangeiros.

4.4. Finlândia

Durante a Décima Conferência Geral da Associação Internacional de Universidades (IAU), realizada em 1995, na cidade de Nova Delhi, o Vice-reitor da Universidade de Helsinque, Professor Fogelberg apresentou as estratégias para a internacionalização daquela Universidade, que se encontra conformado pelos aspectos seguintes:

- um esforço em realizar uma cooperação mutuamente benéfica com outras universidades em países diferentes;
- promoção da mobilidade dos estudantes, dos professores e dos pesquisadores;
- uma prontidão para a troca livre das idéias e dos resultados de pesquisa;
- voluntariedade em compreender e interagir com as culturas e valores diferentes;
- voluntariedade em auxiliar os estudantes, professores estrangeiros e pesquisadores que venham a visitar ou permanecer na Finlândia, a adaptarem-se à cultura finlandesa e à universidade de Helsinque, como um ambiente de trabalho;
- habilidade de comunicar e buscar estudos nas línguas à exceção da língua nativa.

205

4.5. Brasil

Na Universidade Federal de Pelotas, durante a gestão da Prof.^a Dra. Ingelore Scheunemann de Souza, foram estabelecidos planos de ação para a efetivação da internacionalização na universidade. Entre as ações prioritárias destacam-se: a internacionalização dos planos de ensino, através da equivalência de programas da convalidação de estudos e da transferência de créditos; mobilidade de professores, investigadores, técnicos e estudantes; inserção em redes de cooperação internacional; acordos e convênios; cursos de pós-graduação e investigação conjuntos; participação sistemática e ativa em organismos internacionais; presença em Fóruns Internacionais.

- Internacionalização dos currículos: a Pró-Reitoria de Graduação trabalhou no sentido de adequar currículos dos diversos cursos à política de internacionalização a que se propôs a UFPel, proporcionando um intercâmbio de informações e de culturas.
- Inserção em redes de cooperação: busca universal de soluções para problemas regionais e locais, principalmente através do Programa ALFA/COIMBRA da União Européia. Além desse, através do Departamento de Intercâmbio e Programas Internacionais (DIPI), a UFPel participou de redes tais como Aleumo, Safiro, Pevrelau e Arcopel, os quais envolveram 32 universidades e 27 países.
- Acordos de cooperação: Foram firmados mais de 80 convênios.
- Cursos de pós-graduação e investigações conjuntas: programa INCO, desenvolvido em conjunto com universidades européias.

- Grupos de investigação: notadamente na área de biotecnologia, a partir da grande repercussão da participação da UFPel, como representante brasileiro, no consórcio de dez países que trabalharam na seqüência do genoma do arroz.
- Acordo Brasil-Espanha: incremento das relações com os países da União Européia.
- Participação em associações internacionais: Destacou-se a participação da UFPel na Associação de Universidade de Língua Portuguesa (AULP), no Grupo de Tordesilhas e na Associação das Universidades Latino-americanas e do Caribe (AUALCPI).
- Grupo de Tordesilhas: grupo composto por 18 universidades brasileiras, 6 portuguesas e 10 espanholas, cujos pontos de cooperação estavam centrados na ciência e tecnologia e na educação.
- Presença em fóruns internacionais: representantes da instituição fizeram-se presentes em importantes conferências mundiais.
- Eventos realizados no CIM: foram organizados e realizados eventos de abrangência internacional no Centro de Integração do Mercosul.
- Programa Amigo Universitário: programa desenvolvido com a finalidade de auxiliar o estudante estrangeiro na UFPel, buscando integrá-lo da melhor forma possível, tanto no meio acadêmico, como na comunidade em geral.
- Centro de Cultura Hispânica: iniciado em dezembro de 2002, visava divulgar a cultura do mundo hispânico.

5. Por um delineamento de indicadores de internacionalização das universidades

206

Pode-se perceber que as pesquisas realizadas em cinco países bastante diferentes possuem resultados bastante semelhantes, demonstrando preocupações em comum ao delinear os indicadores utilizados para a avaliação da internacionalização das universidades.

Os principais indicadores utilizados:

- * Estrutura da Universidade, especialmente no que tange a legislação apropriada para a efetivação de convênios, etc.;
- * Administração (existência de um departamento ou especialistas na área de relações internacionais, ou seja, a gerência da internacionalização como indicador);
- * Infra-estrutura (para a recepção de estudantes e pesquisadores estrangeiros, o preparo dos recursos humanos para a recepção desses - conhecimento de diferentes idiomas e, principalmente, de diferentes culturas);
- * Orçamento/financiamento;
- * Atividades de pesquisa em comum (realizados juntamente com instituições estrangeiras);
- * Realização e efetivação de convênios;
- * Currículo internacionalizado.

Além disso, os pontos acima mencionados refletem de certa forma, os fatores institucionais (internos) e externos, citados por Sebastián (2006).

6. Considerações finais

O delineamento de indicadores para a avaliação da internacionalização das universidades constitui-se, na atualidade, uma importante medida para a atualização e cres-

cimento do ensino superior. Conforme matéria de Vencat, da Revista Newsweek, atualmente, as instituições vencedoras na corrida mundial, são aquelas mais internacionalizadas em todos os níveis. Elas possuem os estudantes multiculturais, *campi* estrangeiros, oferecem titulação reconhecida internacionalmente, ensinam inglês (ainda o idioma global dos negócios, pesquisas e tecnologia).

Nesse sentido, uma das premissas para o entendimento e interpretação de indicadores, no caso específico da internacionalização da ciência e da tecnologia, em cujo escopo se enquadra a internacionalização das universidades, refere-se ao caráter imprescindível das bases metodológicas adotadas na construção dos indicadores e de suas respectivas referências internacionais. Ambas devem ser apresentadas de maneira transparente, aspecto que com frequência é depreciado.

Como se pode perceber nos grupos de indicadores definidos anteriormente, embora seja necessária a observação das peculiaridades regionais e o respeito às características de cada país, ou seja, não se pode cair em generalizações, é possível elaborar uma série de indicadores passíveis de serem aplicados em universidades de diversos países. Percebe-se, também, a influência dos indicadores definidos nos Estados Unidos e na Europa na elaboração dos indicadores japoneses e peruanos. A existência de indicadores já elaborados permite a formação de referenciais teóricos, cuja finalidade é sustentar os indicadores elaborados por cada país.

O “VII Congreso Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología”, realizado em São Paulo e o Manual de Santiago muito tem a contribuir nesse sentido, visto que após três anos de dedicadas pesquisas, passará a oferecer uma ferramenta para estudos e avaliações sobre indicadores de internacionalização de ciência e tecnologia na região, que leva em consideração os aspectos próprios ibero-americanos. Tal manual facilitará, ainda, a elaboração de políticas de fomento à internacionalização; permitirá a realização de estudos comparativos entre países e facilitará a implementação de estratégias e programas multilaterais de fomento de cooperação internacional.

207

Bibliografia

- ASHIZAWA, S. *The Process of Developing Evaluation Indicators*. Disponível em: <<http://www.gcn-osaka.jp/project/finalreport/5/5-1e.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2007.
- DELGADO, J. M. (2003): *Experiencia Internacional*. In: BROVETTO, Jorge; MIX, Miguel Rojas; PANIZZI, Wrana Maria. A educação superior frente a Davos; La educación superior frente a Davos. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003, p. 273 a 284.
- FERNÁNDEZ, S. S. *Indicadores de Internacionalización de las Universidades*. Disponível em: <www.unmsm.edu.pe/Noticias2005/noviembre/d7/veramp.php?val=1>. Acesso em: 26 abr. 2007.
- FOGELBERG, P. (1995): Goals and Strategies for Internationalization in the University of Helsinki. In: *Global Civilization and Cultural Roots: Bridging The Gap – The Place Of International University Cooperation*. Report of the IAU Tenth General Conference, p.99-103.
- FURUSHIRO, N. *Our Challenges for the Future*. Disponível em: <<http://www.gcn-osaka.jp/project/finalreport/7/7e.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2007.
- HALLAK, J. (1999): *Globalization, human rights and education*. UNESCO: International Institute for Educational Planning: Paris.
- MAKHUBU, Lydia. Working together across cultures: rewards and frictions. In: *Global Civilization and Cultural Roots: Bridging The Gap – The Place Of International University Cooperation*. Report of the IAU Tenth General Conference, 1995, p.85-93.

- MALO, S. (1996): América Latina. In: FERMOSO, Julio; MALO, Salvador. Más allá de la autonomía. Documentos Columbus sobre Gestión Universitaria: CRE-COLUMBUS-UNESCO, p.54 a 100.
- MOROSINI, M. C. (Org.) (1994): *Universidade no Mercosul: condicionantes e desafios* – São Paulo: Cortez.
- PEDICCHIO, M. C.; AGOSTI, R.; CAMMISA, A; (et oder) *Evaluation of the management of student international mobility programs in the italian universities: presentation or the Project and main results of the Research.* Disponível em: <http://www.cnvsu.it/_library/downloadfile.asp?id=11135>. Acesso em: 27 abr. 2007.
- ROLDÁN, J. U. (2007): *Un paso más hacia la colaboración académica y la integración regional de América Latina y el Caribe en el contexto de la nueva sociedad del conocimiento.* In: Convenio Andrés Bello. Nuevo conocimiento para la integración 3. Bogotá: Convenio Andrés Bello, p.30 a 51.
- SCHUBEROFF, O. (2003): *Educación Superior y Cambio global.* In: BROVETTO, Jorge; MIX, Miguel Rojas; PANIZZI, Wrana Maria. A educação superior frente a Davos; La educación superior frente a Davos. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003, p. 199 a 214.
- SEBASTIÁN, J. *Marco para el diseño de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología.* Disponível em: <www.ricyt.edu.ar/interior/difusion/pubs/elc2003/7.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2007.
- SEBASTIÁN, J. *Estrategias y procesos em la internacionalización de las universidades.* Disponível em: <<http://www.ascun.org.co/eventos/evento12/documentos/Jsebastian1.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2007.
- SOUZA, I. S. (2006): *Acerca de la Interpretación de Indicadores de Ciencia y Tecnología.* In: Curso “Diseño y Evaluación de Políticas de Innovación para América Latina. Indicadores de Progreso” - Universidad de Quilmes – Buenos Aires Argentina – 08 diciembre 2006.
- SPRING, S. (2007): U. of Europe? *Newsweek.* p.46-49, ago. de 2007.
- TEIXEIRA, M. E. A. (2004): *Construção do espaço comum de educação superior entre a União Européia e os países de América Latina e Caribe: algumas considerações.* In: Anais da II Reunião do CUIB. – Brasília: ANDIFES, 2004. p.151 a 163.
- UFPel: 1997/2004 Anos de Expansão e Evolução. Pelotas: UFPel, 2004.
- VENCAT, E. F. (2007): The Race is On. *Newsweek.* p.37-40.

Colaboración científica del CSIC con Latinoamérica. Indicadores para medir las fortalezas de la cooperación

DANIELA DE FILIPPO, FERNANDA MORILLO Y MARÍA TERESA FERNÁNDEZ*

1. Introducción

El fenómeno de la globalización ha tenido un impacto notable sobre la actividad científica, fomentando el incremento de la colaboración que actualmente es un elemento central del quehacer científico. En el aumento de la colaboración no sólo influyen factores de proximidad geográfica o idiomática, sino también la necesidad de afrontar nuevos retos compartiendo infraestructuras y tecnologías (Frame y Carpenter, 1979). Algunos autores como Narin, Stevens y Whitlow (1991) han demostrado, además, que la colaboración aumenta la visibilidad y el impacto de los trabajos; más aún si se trata de documentos firmados por varios países. El grado de cooperación varía en función de las áreas de investigación y se da en mayor medida en las más básicas e internacionales que en las más aplicadas o locales. La Física, por ejemplo, requiere de la utilización de costosos equipos, lo que fomenta la participación de multitud de grupos de investigación procedentes de diversos países.

Para el estudio de la colaboración, las técnicas bibliométricas se han mostrado muy útiles en la detección de los principales actores de la misma. Las bases de datos internacionales de Thomson Scientific (antes ISI) son una fuente muy utilizada en este ámbito, ya que permiten obtener un gran número de documentos internacionales y multidisciplinares y, además, proporcionan todos los datos de autores e instituciones.

Durante los últimos años, la producción científica latinoamericana recogida en estas bases de datos ha aumentado vertiginosamente. Esto indica que la ciencia en esta región está abriéndose cada vez más a la comunidad científica mundial, se están reconociendo sus logros y está aumentando la colaboración no sólo interregional sino también internacional (Sancho et al., 2006). La colaboración con España es pues cada vez más importante y, en especial, la que se establece con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El CSIC es el mayor organismo público de investigaciones de España, cuenta con 117 centros de investigación en todas las disciplinas, distribuidos por todo el territorio nacional. A partir de un estudio anterior (Fernández et al., 1992) se pudo constatar la existencia de fuertes lazos entre esta institución y Latinoamérica. De ahí el interés en conocer las características y fortalezas de esta colaboración en la actualidad.

2. Objetivos

En este trabajo se analiza la producción científica de difusión internacional del CSIC en colaboración con instituciones de Latinoamérica, para conocer las características de los vínculos y detectar las fortalezas en la colaboración a través de diferentes indicadores bibliométricos.

* Departamento de Bibliometría, CINDOC (CSIC), España (correos electrónicos: dfilippo@cindoc.csic.es, fmorillo@cindoc.csic.es y mtfernandez@cindoc.csic.es).

Dado que el CINDOC es un centro del CSIC, existe un interés institucional por conocer en qué áreas se establecen las principales colaboraciones y cuáles son los centros que se destacan en la cooperación. Desde hace más de una década, el departamento de bibliometría del CINDOC viene desarrollando estudios sobre producción científica en la región y el presente trabajo se inscribe en esa línea.

3. Fuentes y metodología

Se utilizan las bases de datos internacionales de Thomson Scientific en versión expandida (*Web of Science: WoS*) durante el período 2001-2005. Se ha seleccionado esta fuente ya que recoge una amplia proporción de la producción del CSIC en revistas científicas (casi las tres cuartas partes). Por el contrario, las bases de datos españolas como ICYT, IME e ISOC sólo incluyen una cuarta parte de los documentos del Consejo. Además, se optó por la versión expandida porque en estudios previos (De Filippo et al., 2007) se ha detectado que es posible recuperar casi un 25% más de documentos de la región frente al CD-ROM. Pese a sus limitaciones y sus conocidos sesgos temáticos e idiomáticos y la poca representación de las revistas de origen no anglosajón, la base de datos WoS posee la ventaja de incluir los nombres y direcciones de todos los autores de los documentos, lo que facilita los estudios de colaboración. Aporta, además, información sobre el factor de impacto de las revistas y el número de citas recibidas, que son fundamentales para la elaboración de indicadores de impacto.

Para la selección de los documentos se hizo una consulta general de España (buscando "Spain" en el campo "Address"). Sobre estas publicaciones se seleccionaron aquellas correspondientes al CSIC (y centros mixtos) en las que exista al menos una dirección de Latinoamérica. Los documentos han sido tratados en bases de datos relacionales siguiendo la metodología desarrollada en el CINDOC (Fernández et al., 1993). Para el estudio por temas se siguió la clasificación de revistas en disciplinas utilizada por la WoS, agregada, a su vez, en ocho grandes áreas partiendo de criterios similares a los del Current Contents (se excluyeron Sociales y Humanidades, que presentan una escasa producción).

Los indicadores obtenidos son los siguientes:

- * *Indicadores de actividad*: se presenta la evolución anual del número de publicaciones en colaboración CSIC-Latinoamérica por países, revistas, áreas, disciplinas y centros. Se utilizan también los *Essential Science Indicators* (de Thomson Scientific) para conocer la posición de cada uno de los países en el ranking mundial por producción total y por área temática.
- * *Indicadores de impacto*: teniendo en cuenta el factor de impacto (FI) de las revistas de publicación se ha calculado el FI medio de las disciplinas en las que colaboran centros del CSIC con otros latinoamericanos. Se presenta también el número de documentos en el primer cuartil (Q1) de cada disciplina según la posición en la que aparecen en el JCR (orden descendente de FI). La versión WoS permite obtener el número de citas recibidas por cada documento, con lo que se han calculado las citas por disciplina y centro. La ventana de citación utilizada va desde la fecha de publicación de los documentos (2001-2005) hasta junio de 2006.
- * *Indicadores de colaboración*: se han obtenido los índices de coautoría, el número de países firmantes, el tipo de redes que se establecen y la especialización de las mismas.

Aunque existen diversas metodologías en cuanto a la asignación de documentos a las instituciones o autores firmantes, en este trabajo se ha optado por el recuento total (se asigna el documento completo a cada uno de los centros firmantes). Si bien con

este sistema se duplica el número real de documentos, se logra una visión completa y clara de la producción de cada institución.

La visualización de redes se ha realizado con el programa NETDRAW de UCINET, herramienta diseñada para el análisis de redes sociales y que permite observar gráficamente las relaciones entre diversas entidades.

4. Resultados

4.1. Datos generales

Durante el quinquenio 2001-2005, la producción del CSIC ha sido de 28.193 documentos, lo que representa un 18% del total de España (tabla 1).

Tabla 1. Producción del CSIC en el período 2001-2005. Evolución anual

<i>Años</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005*</i>	<i>Total</i>
Doc. España	27704	29956	31272	34267	32516	155715
Doc. CSIC	5162	5460	5554	6165	5852	28193
% CSIC / España	18,63	18,23	17,76	17,99	18,00	18,10

* Aproximadamente un 10% de la producción de este año aparece recogida al año siguiente

Sobre este total, un 75% de los documentos fueron realizados en colaboración con otras instituciones nacionales y extranjeras y, de ellos, 1977 (un 16% de la colaboración internacional) corresponde a documentos junto a instituciones de Latinoamérica (tabla 2).

211

Tabla 2. Producción CSIC-Latinoamérica y proporción sobre el total de la colaboración internacional

<i>Años</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>Total</i>
Total CSIC-Latinoamérica	351	383	368	432	443	1977
% CSIC-LA/total colab. internacional	15,63	16,03	15,23	15,90	16,14	15,80

Analizando la distribución de la colaboración se observa que participan 21 países, pero más del 85% de los documentos se realiza junto a los cuatro grandes productores de la región: Argentina, México, Chile y Brasil (tabla 3).

Tabla 3. Producción CSIC-Latinoamérica por país. Evolución anual

<i>Países</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
Argentina	98	99	79	137	113	526	26,61
México	74	106	90	103	112	485	24,53
Chile	44	71	71	61	86	333	16,84
Brasil	77	53	60	62	67	319	16,14
Cuba	31	34	41	33	28	167	8,45
Colombia	13	16	25	23	22	99	5,01
Venezuela	18	14	19	13	28	92	4,65
Uruguay	6	10	9	7	12	44	2,23
Perú	6	5	6	6	6	29	1,47
Panamá	2	3	4	7	5	21	1,06
Bolivia	1	1	2	3	7	14	0,71
Ecuador	0	5	4	3	1	13	0,66
Costa Rica	0	3	1	2	3	9	0,46
El Salvador	1	0	0	0	1	2	0,10
Honduras	0	0	1	0	1	2	0,10
Trinidad y Tobago	0	0	0	2	0	2	0,10
Barbados	0	1	0	0	0	1	0,05
Guatemala	0	0	0	0	1	1	0,05
Guyana	0	0	0	0	1	1	0,05
Nicaragua	0	0	0	0	1	1	0,05
Puerto Rico	1	0	0	0	0	1	0,05
Sumatorio*	372	421	412	462	495	2162	109,37
Total real	351	383	368	432	443	1977	100,00

* El sumatorio es mayor al total real por la colaboración entre países

La tipología documental predominante es el artículo de revista (96%) y el idioma mayoritario es el inglés (97%). Los documentos en colaboración han sido difundidos en 722 revistas, de las cuales sólo 23 han sido editadas en la región. A pesar de la amplia variedad de títulos, más de una cuarta parte de los documentos se recogen en las 19 primeras, entre las que aparecen dos españolas del campo de las Ciencias de Materiales (tabla 4). La temática de las revistas de cabecera está principalmente relacionada con la Física.

Tabla 4. Principales revistas de publicación

<i>Revistas</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>	<i>% Acum.</i>	<i>FI2004</i>	<i>Citas/Doc</i>
Astron Astrophys	66	3,34	3,34	3,694	6,62
Astrophys J	60	3,03	6,37	6,237	8,07
Eur Phys J C	43	2,18	8,55	3,486	2,49
Phys Rev B	43	2,18	10,73	3,075	3,21
Rev Metalurgia	33	1,67	12,40	0,798	1,15
Mon Notic Roy Astron Soc	30	1,52	13,92	5,238	7,00
Phys Rev D	27	1,37	15,29	5,156	5,37
Phys Lett B	24	1,21	16,50	4,619	9,46
J Magn Magn Mater	22	1,11	17,61	1,031	1,36
Phys Rev Lett	20	1,01	18,62	7,218	6,95
Phys Rev E	19	0,96	19,58	2,352	1,53
Bol Soc Esp Ceram Vidr	18	0,91	20,49	0,310	0,67
Appl Catal A-Gen	16	0,81	21,30	2,378	3,81
Astron J	14	0,71	22,01	5,841	20,50
J Agr Food Chem	14	0,71	22,72	2,327	3,86
J Nat Prod	14	0,71	23,43	2,202	4,00
J Phys Chem B	12	0,61	24,04	3,834	3,08
Physica A	12	0,61	24,65	1,369	4,08
Astrophys Space Sci	11	0,56	25,21	0,597	0,18

4.2. Áreas temáticas y disciplinas

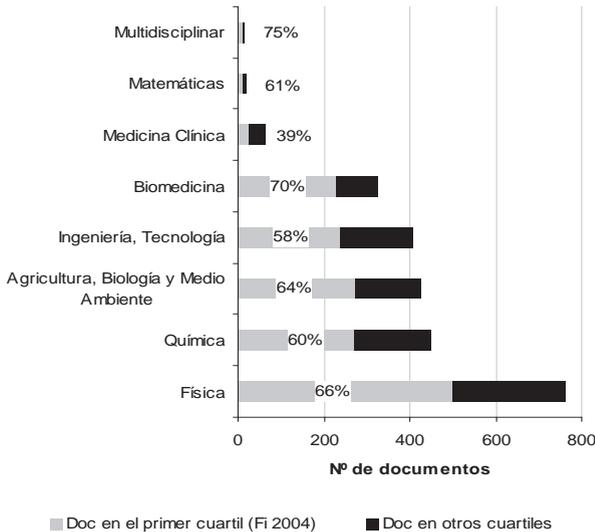
Al analizar la producción en colaboración por área temática, se aprecia un notable volumen de documentos en Física, seguido de Química, Agricultura/Biología/Medio Ambiente e Ingeniería/Tecnología (tabla 5). La Física también se destaca por el número de citas por documento. Si bien la alta tasa de colaboración es un rasgo propio de esta área, es importante mencionar que la colaboración con Latinoamérica en este campo refleja también un mayor impacto (FI), índice de actividad (IA) y citas por documentos que el total del área en el CSIC (CINDOC, 2007).

Tabla 5. Producción CSIC-Latinoamérica por área científica

Áreas	CSIC LATINOAMERICA			
	Doc	%	FI2004	Citas/Doc
Física	761	38,49	3,019	4,43
Química	448	22,66	2,374	2,68
Agricultura, Biología y Medio Ambiente	426	21,55	1,646	1,85
Ingeniería y Tecnología	409	20,69	1,505	1,70
Biomedicina	326	16,49	3,042	4,03
Medicina Clínica	64	3,24	2,817	2,59
Matemáticas	18	0,91	1,332	2,78
Multidisciplinar	16	0,81	19,06	23,94

Otro indicador de calidad relacionado con el factor de impacto es el número de documentos que se encuentran en las revistas del primer cuartil de una disciplina, es decir, entre las mejor consideradas (ver metodología). Se ha empleado este indicador para detectar qué áreas se destacan en la colaboración CSIC-Latinoamérica. En la figura 1 se puede apreciar que, dentro de las áreas con mayor producción, sobresalen Biomedicina y Física por su porcentaje de documentos en el primer cuartil.

Figura 1. Porcentaje de documentos en el primer cuartil por área temática



Descendiendo a nivel de disciplinas, son también aquellas vinculadas con la Física las que presentan altas tasas de citación. Sobresale especialmente Astronomía y Astrofísica, con el mayor número de citas por documento. Si bien las características propias de esta disciplina la convierten en una de las de mayor tasa de citación, impacto y visibilidad, al comparar la producción del CSIC-Latinoamérica con el total del CSIC en esta disciplina, los indicadores relativos también destacan (CINDOC, 2007).

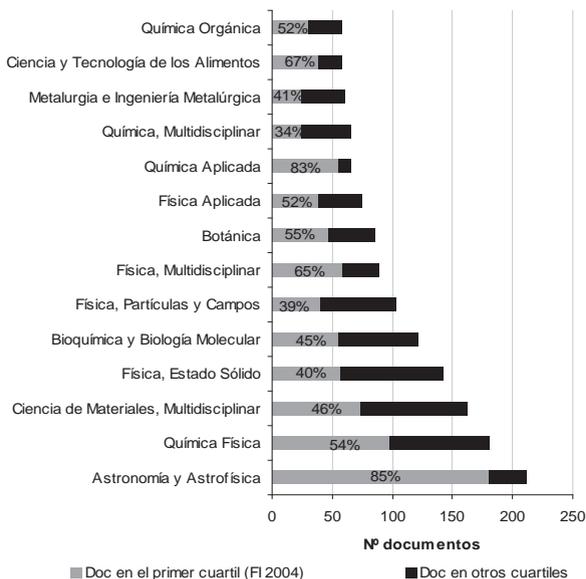
Tabla 6. Producción CSIC-Latinoamérica por disciplina científica

Disciplinas	CSIC LATINOAMERICA			
	Doc	%	FI2004	Citas/Doc
Astronomía y Astrofísica	211	10,67	4,496	7,10
Quím. Física	181	9,16	2,433	2,81
Cc.Materiales,Multidisciplinar	162	8,19	1,687	1,87
Física Estado Sólido	142	7,18	1,753	2,09
Bioquímica y Biología Molecular	121	6,12	3,246	4,32
Física, Partículas y Campos	103	5,21	3,700	4,69
Física Multidisciplinar	89	4,50	3,677	5,37
Botánica	85	4,30	2,032	2,39
Física Aplicada	75	3,79	1,972	2,71
Quím. Aplicada	66	3,34	1,948	2,18
Quím. Multid.	65	3,29	2,690	2,34
Metalurgia e Ing. Metalúrgica	61	3,09	1,002	1,77
Cienc. y Tecnol. Alimentos	58	2,93	1,520	2,26
Química Orgánica	58	2,93	2,602	2,95
Ingeniería Química	52	2,63	2,269	1,88

Considerando la producción en el primer cuartil de cada disciplina, en la figura 2 se observa que, entre las de mayor producción, las que cuentan con porcentajes elevados de documentos son Astronomía y Astrofísica, Química Aplicada, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, y Física Multidisciplinar.

215

Figura 2. Porcentaje de documentos en el primer cuartil por disciplina



4.3. Producción por sectores y centros

A través de la codificación de los centros participantes en la colaboración fue posible identificar cada uno de los sectores institucionales y las instituciones involucradas. Como se aprecia en la tabla 7, el CSIC colabora principalmente con universidades latinoamericanas, aunque también hay vínculos frecuentes con institutos y centros pertenecientes a la administración central (ministerios) y a los consejos de ciencia y tecnología latinoamericanos.

Tabla 7. Distribución de la colaboración del CSIC por sector institucional (sectores de centros latinoamericanos)

<i>Sector</i>	<i>N Doc</i>	<i>%</i>
Universidad	1530	68,30
Administración Central	370	16,52
Consejos de CyT	276	12,32
Entidades sin ánimo de lucro	24	1,07
Empresas	19	0,85
Hospitales	13	0,58
Administración Local	8	0,36
Sumatorio*	2240	100,00
Total real	1977	

* El sumatorio es mayor al total real por la colaboración entre sectores institucionales

216

Descendiendo a nivel de centro, es posible detectar cuáles son los que más cooperan en la producción CSIC-Latinoamérica. Dentro de las instituciones latinoamericanas, las de mayor colaboración con el CSIC son la UNAM de México, la Universidad de Chile, la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina y la Universidad de Buenos Aires. Como se observa en la tabla 8, más de la mitad de la producción en colaboración se concentra en 13 instituciones de Argentina, Brasil, Chile y México.

Tabla 8. Centros latinoamericanos con mayor producción en colaboración con el CSIC (más de 45 documentos)

<i>Centros Latinoamericanos</i>	<i>N doc</i>	<i>%</i>
UNAM (MX)	204	10,32
Univ. de Chile (CL)	129	6,52
Com. Nac. Energía Atómica (AR)*	126	6,50
Univ. de Buenos Aires (AR)	93	4,70
Univ. Federal de Río de Janeiro (BR)	88	4,45
Inst. Politécnico Nac. (MX)	75	3,79
Ctro. Brasil. Pesquisas Físicas (BR)	64	3,23
Univ. Católica de Río de Janeiro (BR)	62	3,13
Univ. de La Plata (AR)	61	3,08
Univ. Estad. de Río de Janeiro (BR)	60	3,03
Univ. de Concepción (CL)	53	2,68
Univ. de Sao Paulo (BR)	49	2,47
Ctr. Atómico Bariloche (AR)	49	2,47
Sumatorio	1113	56,37

* Incluye el Instituto Balseiro (centro mixto CNEA.Univ. de Cuyo)

Por parte del CSIC, los centros que más participan en la colaboración con Latinoamérica son el Instituto de Astrofísica de Andalucía, el de Ciencia de Materiales de Madrid y el de Física Corpuscular (mixto CSIC-Univ. de Valencia) (Tabla 9). Las primeras 13 instituciones concentran la mitad de la producción en colaboración del CSIC.

Tabla 9. Centros del CSIC con mayor producción en colaboración con Latinoamérica (50 documentos o más)

<i>Centros CSIC</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
I.Astrof.Andal.CSIC,Granada	142	7,18
I.Cienc.Mater., CSIC, Madrid	136	6,88
I.Fis.Corpusc.CSIC-U.Valencia	115	5,82
I.Catálisis Petroleoq., CSIC, Madrid	95	4,81
I.Cienc.Espacio CSIC-IEEC, Barcelona	84	4,25
I.Cienc.Mater.CSIC,Barcelona	80	4,05
Inst.Fis.Cantabria CSIC-U.Cantabria	74	3,74
C.N. Inv. Met. (CENIM) CSIC, Madrid	73	3,69
I.Cerámica y Vidrio CSIC, Madrid	65	3,29
C.Inv. Biológicas (CIB) CSIC, Madrid	63	3,19
Mus. Nac.Cc.Naturales, CSIC, Madrid	56	2,83
I.M.Est.Avanz.CSIC-U.I.Balears	53	2,68
I.Quim.Fis.Rocasolano, CSIC, Madrid	50	2,53
Sumatorio	1086	54,94

217

4.4. Redes de colaboración

Teniendo en cuenta el número de países firmantes por documento, es posible determinar el tipo de redes que se establecen. En este caso aparecen documentos firmados hasta por 22 países diferentes (latinoamericanos y otros), pero predomina la colaboración bilateral (España y un país latinoamericano) y la trilateral, concentrando entre ambas el 84% de los documentos (Figura 3).

En estas redes, además de los países de la región, intervienen otros grandes colaboradores, como Estados Unidos, Francia, Italia, Reino Unido y Alemania. En la Figura 4 se muestran los principales vínculos que se establecen entre centros de CSIC (España) junto a instituciones de Latinoamérica (burbujas claras) y a centros de otros países (burbujas oscuras). Se muestran las relaciones entre países con más de 65 documentos en colaboración y se observa que los mayores valores aparecen con Argentina, México, Chile, Brasil y Estados Unidos. No se muestran los pequeños países latinoamericanos ya que, dado su escaso número de documentos junto al CSIC, aparecen aislados en la imagen.

Figura 3. Número de países firmantes por documento

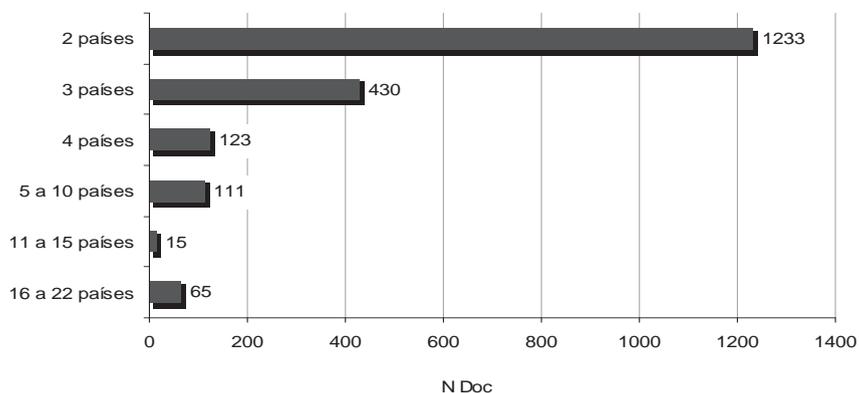
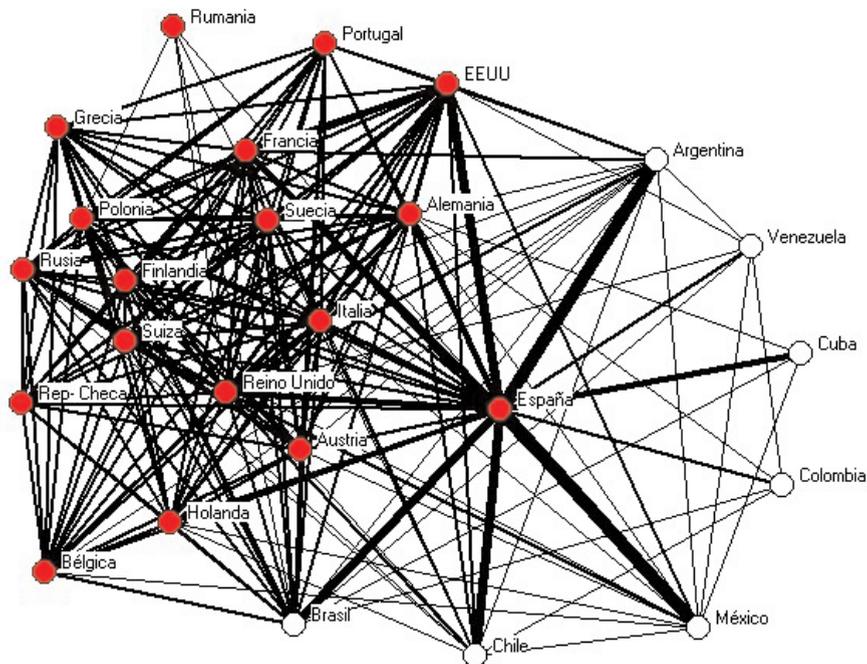


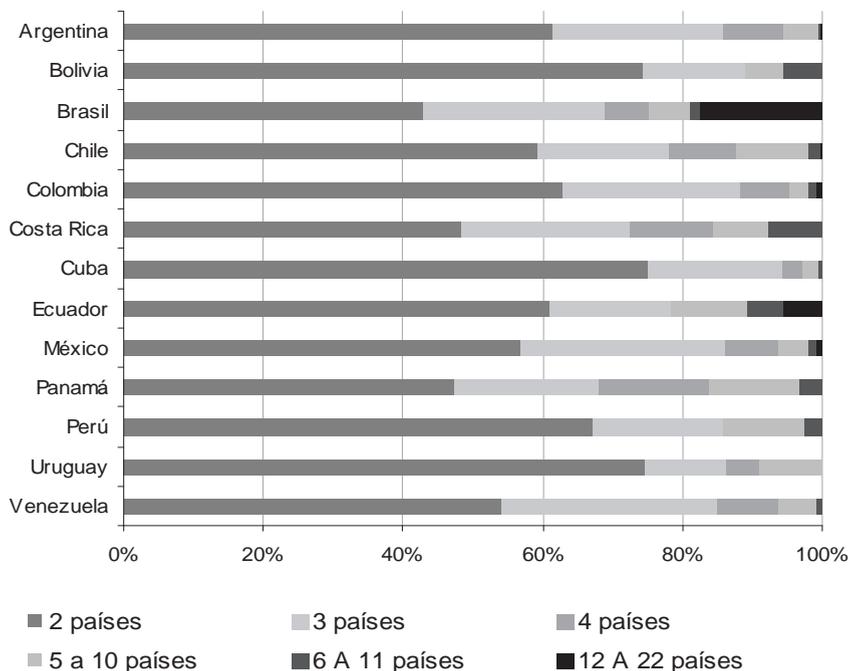
Figura 4. Redes de colaboración por países (CSIC-Latinoamérica y otros) (más de 65 documentos en colaboración)



Nota: el grosor de las líneas indica la frecuencia de la colaboración

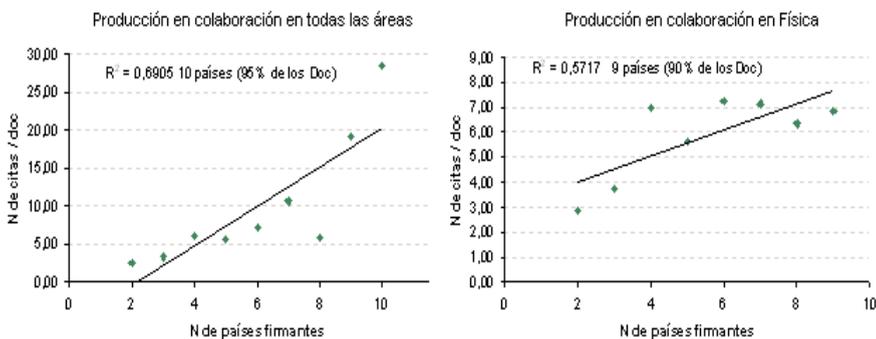
A pesar de la presencia de grandes redes –en las que sólo es importante la participación de Brasil-, la colaboración bilateral es prioritaria en todos los países y en Cuba, Bolivia y Uruguay supera el 70% de la producción en colaboración (figura 5).

Figura 5. Participación de los países latinoamericanos en las redes de colaboración



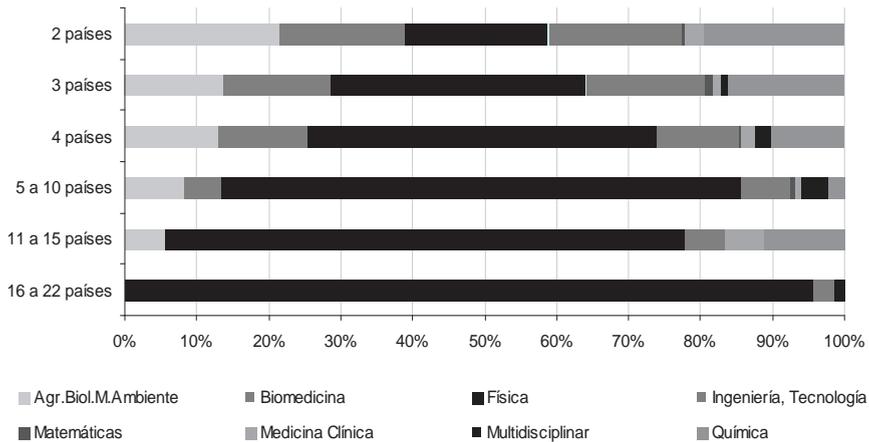
El estudio de los diferentes indicadores ha permitido comprobar que, en la colaboración CSIC-Latinoamérica, existe una relación entre el número de países firmantes y el número de citas recibidas, por lo que los documentos que conforman las grandes redes son los que alcanzan mayor visibilidad. Esto resulta lógico si se tiene en cuenta que, por lo general, estas grandes redes corresponden a áreas de “Big Science” como la Física, donde la colaboración es fundamental para el desarrollo del trabajo científico. En la figura 6 se aprecia esta correlación entre citas y número de países, tanto en el total de la colaboración CSIC-Latinoamérica, como en el caso concreto de la Física.

Figura 6. Relación entre el número de países firmantes y las citas por documento



Si se relacionan el número de países y las áreas de producción se observa que las redes de mayor tamaño pertenecen a las áreas de intensa colaboración como la Física y, a medida que el número de países participantes disminuye, se amplía la diversidad temática de la colaboración. Así, en la colaboración bilateral todas las áreas tienen igual participación –a excepción de Matemáticas y Medicina Clínica.

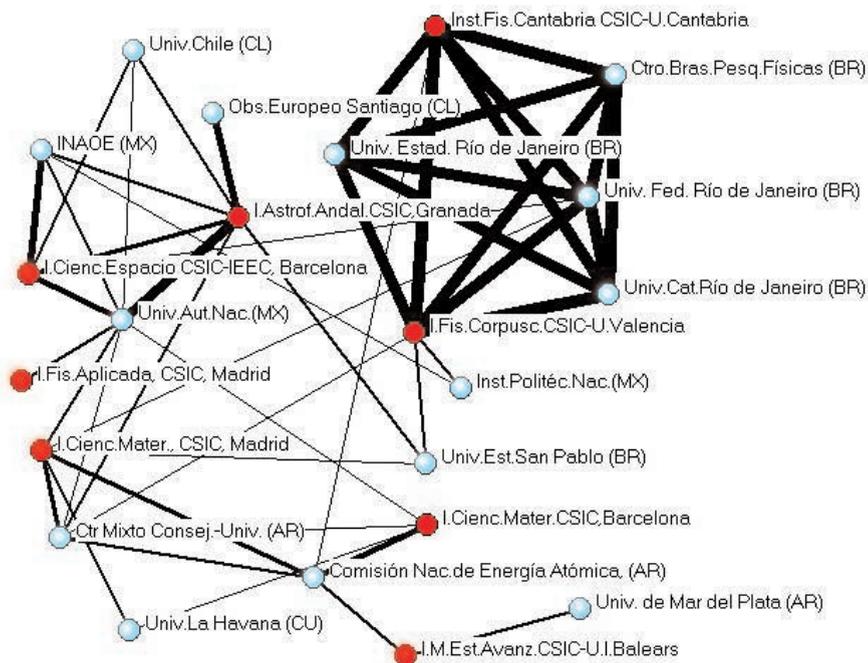
Figura 7. Distribución del número de países firmantes por áreas



Al considerar los países participantes en cada área, se aprecia que Brasil es el que tiene mayor presencia en estas grandes redes. En este país se destaca la colaboración en Física, con más de la mitad de sus documentos con el CSIC en esta área. Dentro de los grandes productores, en Argentina también es importante la Física, con una tercera parte de la colaboración, seguida de la Biomedicina. Una situación similar se aprecia en México donde un 30% corresponde a Física, seguida de Química. En el caso de Chile se produce la situación inversa, ya que predomina la Química y la Física se ubica en segunda posición. En los productores “medianos” el patrón de colaboración con el CSIC varía. En el caso de Cuba, por ejemplo, se destaca la colaboración en Ingeniería y Tecnología, al igual que en Venezuela, mientras que en Colombia la Química cuenta con los valores más elevados.

En cada área temática es posible conocer cuáles son los centros colaboradores. En este caso se ha seleccionado la Física porque en ella los indicadores considerados muestran fortalezas en la colaboración (para un mayor detalle de las redes de colaboración inter-centros en las diferentes áreas temáticas, ver De Filippo et al., 2007). En la figura 8 se representa la red formada por los centros del CSIC (burbujas oscuras) y los latinoamericanos (burbujas claras) en este campo. Como se puede observar, el eje de la colaboración son los institutos de Física Corpuscular (CSIC-U.Valencia) y de Física (U. de Cantabria-CSIC) que forman una red de fuertes lazos con el Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas y tres universidades de Río de Janeiro: la Federal, la Católica y la Estadual. La fuerte presencia de Brasil en las redes de Física no es casual ya que, a través de los datos ofrecidos por los *Essential Science Indicators*, es posible observar que ésta es una de sus principales áreas de especialización (con el 15% de la producción total del país). Asimismo, al comprobar su ubicación mundial en la producción de Física se aprecia que sube cuatro lugares respecto a su posición media (puesto 19 en Física frente al 23 en el total de las áreas).

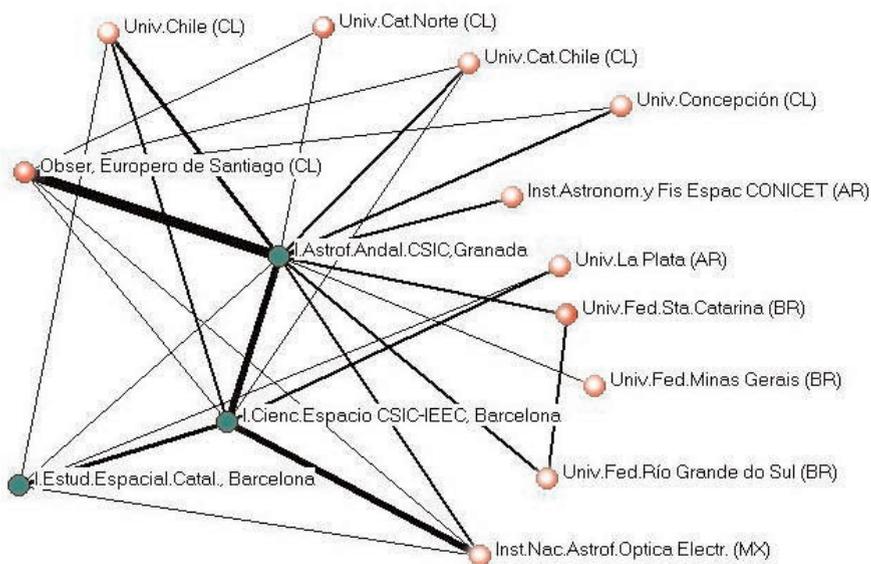
Figura 8. Redes de colaboración CSIC-Latinoamérica en Física por centros



Nota: el grosor de las líneas indica la frecuencia de la colaboración

Descendiendo a nivel de disciplinas, los indicadores muestran que la mayor fortaleza de la colaboración la tiene Astronomía y Astrofísica. En la figura 9 se puede apreciar la red de centros que la integran. Se observa que el eje de la red gira en torno al Instituto de Astrofísica de Andalucía del CSIC y al Observatorio Europeo de Santiago de Chile con fuertes vínculos con el Instituto de Ciencias del Espacio de Barcelona (CSIC-IEEC) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de México. En esta red participan exclusivamente centros de Chile (5), Brasil (3), Argentina (2) y México (1). Al consultar los *Essential Science Indicators* se comprueba que la posición que estos países ocupan en el ranking mundial en este campo es mejor que su posición media considerando todas las áreas. Así, Chile pasa de la posición 39 del ranking mundial por su producción total al 12 en Astronomía y Astrofísica; Brasil sube del 23 al 21, Argentina del 35 al 26 y México del puesto 32 al 19.

Figura 9. Red de colaboración CSIC-Latinoamérica en Astronomía y Astrofísica

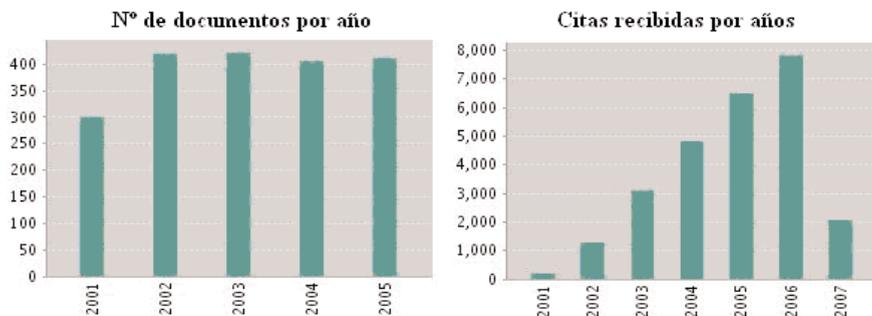


Nota: el grosor de las líneas indica la frecuencia de la colaboración

222

Para conocer si estas instituciones son relevantes por su producción en el área en sus países, se han analizado también las citas recibidas por los documentos de cada uno de los centros de la red en comparación con la media de Astronomía y Astrofísica en sus respectivos países. En la amplia mayoría de los casos, los valores muestran que el impacto es superior a la media del país. Se destaca la Universidad Católica de Chile, que presenta el 15% de la producción del país en esta disciplina y su tasa de citación es mucho más elevada que la media de Chile en este tema (21 citas/doc frente a 13 de Chile). Asimismo, la producción de esta institución junto al CSIC aumenta aún más su visibilidad llegando a las 28 citas/doc. Es importante también la producción del Observatorio Europeo de Santiago, que aporta un tercio de la producción del país en este campo. La evolución del número de documentos y citas recibidas en la Universidad Católica de Chile en comparación con el total de Chile se puede ver consultando la *Web of Science*. En la figura 10 se aprecian los datos correspondientes.

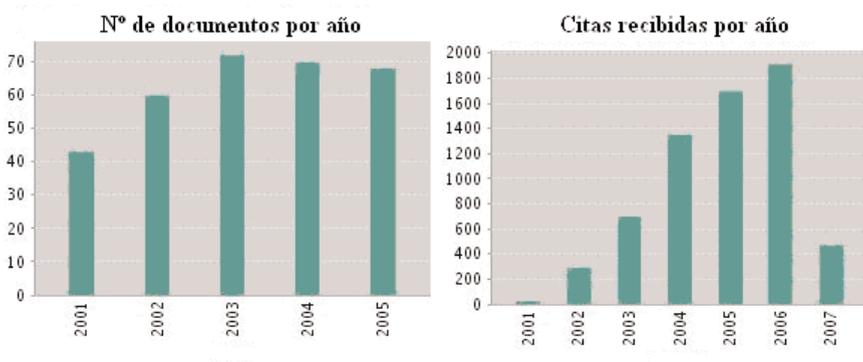
Figura 10. Comparación de la producción y las citas de la Universidad Católica de Chile con el total de Chile en Astronomía y Astrofísica



Producción de Chile en Astronomía y Astrofísica (2001-2005): 1.963 Doc

Citas recibidas desde la publicación hasta abril de 2007: 25.900

Citas por documento: 13,19



Producción de la Universidad Católica de Chile en Astronomía y Astrofísica (2001-2005): 313 Doc

Citas recibidas desde la publicación hasta abril de 2007: 6.461

Citas por documento: 20,64

Fuente: Web of Science mayo de 2007

5. Conclusiones

El constante incremento de la colaboración científica en los últimos años ha sido analizado por numerosos autores (Glänzel y Lange, 1997; Glänzel, 2001) y su estudio en el ámbito Latinoamericano ha servido para detectar diversos patrones según el tamaño, la especialización y el desarrollo científico de cada uno de los países de la región (Gómez et al., 1999).

Desde la perspectiva del CSIC se observa que el volumen de la colaboración también se ha incrementado, aumentando considerablemente el porcentaje de documentos en colaboración nacional e internacional. La colaboración con Latinoamérica no es una excepción, pues ha pasado de un 14% a un 16% de la colaboración internacional del Consejo (CINDOC, 2000, 2007).

La utilización de la versión expandida (WoS) para el estudio de la colaboración internacional de la región adquiere una importancia central, ya que se ha detectado que la producción en colaboración de los pequeños países obtiene mayor presencia frente a los documentos recuperados utilizando la versión CD-ROM. En WoS también es considerable el incremento de los documentos de países como Cuba, Venezuela y Argentina. La inclusión de casi el doble de revistas vinculadas con temáticas de Química, Ciencia de Materiales e Informática hacen que estas disciplinas adquieran también mucha mayor relevancia en esta base de datos. Por eso, el uso de WoS, a pesar de sus limitaciones a la hora de recoger publicaciones de la región, permite recuperar cerca del 25% más de documentos de calidad que quedarían "ocultos" si se utilizara la versión restringida (De Filippo et al., 2007).

Los resultados del presente estudio muestran que en la colaboración del CSIC con Latinoamérica participan 21 países de la región, aunque la mayor proporción la ofrecen Argentina, México, Chile y Brasil.

La implicación de los distintos países en las redes de colaboración es muy desigual. En las redes bilaterales participan todos los países con porcentajes superiores al 45% de sus documentos en colaboración y son los pequeños países y Cuba los que sobrepasan el 70%. En las grandes redes el más activo es Brasil, con casi el 20% de su colaboración con más de 12 países.

El área en la que más se colabora es Física, que concentra casi la mitad de los documentos del CSIC con Latinoamérica. Le siguen Química y Agricultura / Biología / Medioambiente. En el caso concreto de la colaboración en Física, esta área cuenta con el número más alto de citas/documento y con casi dos tercios de sus publicaciones en revistas top (primer cuartil dentro del ranking del JCR). Descendiendo al nivel de las disciplinas, sobresalen también las de esta área y, en especial, Astronomía y Astrofísica (con un 11% del total de documentos en colaboración y unos valores de impacto y especialización más altos que el total del CSIC). Si se analizan las revistas en las que se publica, esta disciplina tiene un 85% de sus documentos en revistas de primer cuartil. Estos resultados ponen de manifiesto que el vínculo entre CSIC y Latinoamérica se presenta como una colaboración de calidad en esta área. Lo mismo se constata al comprobar que los países que participan en las redes de Física y Astronomía / Astrofísica (Brasil, México, Chile y Argentina) tienen una notable especialización en este campo (Fernández et al., 2005). Resultados similares se obtienen del análisis de los *Essential Science Indicators* de ISI que muestran que estos países tienen una mejor posición en el ranking mundial en esta área que en el total de su producción. En Brasil, la colaboración con CSIC en *Física* representa más de la mitad de los documentos que firma con esta institución y en Argentina y México una tercera parte. Además, en Brasil la Física es un área importante de especialización (con un 15% de su producción según los *Essential Science Indicators*). Cuatro de sus centros establecen importantes relaciones con centros del CSIC en esta área. Si se analiza la disciplina de Astronomía / Astrofísica, Brasil sigue teniendo una importante presencia en las redes con el CSIC (con tres centros), aunque Chile se sitúa como uno de los ejes de la red con cuatro universidades y la importante presencia en su territorio del Observatorio Europeo de Santiago. La calidad de los centros participantes en esta red se aprecia, también, al comprobar que las citas medias recibidas son mayores a las del total de sus respectivos países en esta disciplina. El estudio de los diferentes indicadores de impacto ha permitido comprobar también que la colaboración incrementa el número de citas recibidas.

Entre las instituciones que más colaboran con el CSIC se destaca, lógicamente, la universidad, ya que es también la de mayor producción, pero es importante asimismo el papel que juegan las administraciones y consejos de ciencia y tecnología latinoa-

mericanos. De hecho, tres de los cuatro primeros centros que colaboran con el CSIC son universidades: la UNAM (México), la Universidad de Chile y la Universidad de Buenos Aires (Argentina) a los que se suma la Comisión Nacional de Energía Atómica (Argentina). Por parte del CSIC, los cuatro centros de mayor producción en colaboración son el Instituto de Astrofísica de Andalucía, el de Ciencia de Materiales de Madrid, el de Física Corpuscular y el de Catálisis y Petroleoquímica.

Los resultados presentados, más allá de mostrar las líneas generales de la colaboración del CSIC con centros de Latinoamérica, ponen de manifiesto que, para los grandes productores de la región, la colaboración con el CSIC se establece en áreas y disciplinas en las que ambas partes cuentan con un importante potencial investigador y por este motivo esta cooperación puede resultar igualmente fructífera.

Bibliografía

- CINDOC (2000): "La actividad científica del CSIC a través del Science Citation Index, Social Sciences Citation Index y Arts & Humanities Citation Index. Estudio bibliométrico del período 1994-1998", informe, Madrid.
- CINDOC (2007): "La actividad científica del CSIC a través del Web of Science. Estudio bibliométrico del período 2001-2005", informe, Madrid.
- DE FILIPPO, D., MORILLO, F. y FERNANDEZ, M. T. (2007): "Indicadores de colaboración científica del CSIC con Latinoamérica en bases de datos ISI", *Revista Española de Documentación Científica* (en prensa).
- FERNANDEZ, M. T., AGIS, A., MARTIN, A., CABRERO, A. y GOMEZ, I. (1992): "Cooperative research projects between the Spanish National Research Council and Latin-American Institutions", *Scientometrics*, 23(1), pp. 137-148.
- FERNANDEZ, M. T., CABRERO, A., ZULUETA, M. A., GOMEZ, I. (1993): "Constructing a relational database for bibliometric analysis", *Research Evaluation*, 3 (1), pp. 55-62.
- FERNANDEZ, M. T., SANCHO, R., MORILLO, F., DE FILIPPO, D. y GOMEZ, I. (2005): "Indicadores de especialización temática de los países de América Latina y el Caribe", en M. Albornoz y D. Ratto (eds.): *Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2005*, Buenos Aires, RICYT.
- FRAME, J. D. y CARPENTER, M. P. (1979): "International Research Collaboration", *Social Studies of Science*, 9, pp. 481-497.
- GLÄNZEL, W. (2001): "National characteristics in international scientific coauthorship relations", *Scientometrics*, 51(1), pp. 69-115.
- GLÄNZEL, W. y DE LANGE, C. (1997): "Modeling and measuring multilateral coauthorship in international scientific collaboration, Part. II. A comparative study on the extent and change of international scientific collaboration links", *Scientometric*, 40(3), pp. 605-626.
- GOMEZ, I., FERNANDEZ, M. T. y SEBASTIAN, J. (1999): "Analysis of the structure of international scientific cooperation network through bibliometric indicators", *Scientometrics*, 44(3), pp. 441-447.
- NARIN, F., STEVENS, K. y WHITLOW, E. S. (1991): "Scientific Co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers", *Scientometrics*, 21(3), pp. 313-323.
- SANCHO, R., MORILLO, F., DE FILIPPO, D., GOMEZ, I. y FERNANDEZ, M. T. (2006): "Indicadores de colaboración científica inter-centros en los países de América latina", *Interciencia*, 31(4), pp. 328-337.