

RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

RICYT

***MANUAL DE INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA***

MANUAL DE SANTIAGO

2007

ÍNDICE:

Presentación

CAPÍTULO 1. La dimensión internacional en la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

- 1.1. Consideraciones generales sobre la internacionalización de la ciencia y la tecnología.
- 1.2. Expresiones de la internacionalización en los Sistemas Científico-técnicos (SCT).
- 1.3. Evolución de la expresión de la dimensión internacional en la ciencia y la tecnología.
- 1.4. Factores dinamizadores de la internacionalización de la ciencia y la tecnología.
- 1.5. Luces y sombras de la internacionalización de la ciencia y la tecnología.
- 1.6. Tendencias en la internacionalización de la ciencia y la tecnología.
- 1.7. Referencias.

CAPÍTULO 2. Enfoques en la medición de la internacionalización de la I+D.

- 2.1. Manual de indicadores de globalización de la economía de la OCDE.
- 2.2. National Science Foundation.
- 2.3. Unión Europea. EUROSTAT.
- 2.4. Observatoire de Sciences et de Technologies.
- 2.5. Referencias.

CAPÍTULO 3. El enfoque RICYT para el diseño de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología.

- 3.1. Características del enfoque RICYT.
- 3.2. Metodología para el diseño de los indicadores.
- 3.3. Utilidad del sistema de indicadores.
- 3.4. Lógica general del Manual.

CAPÍTULO 4. Caracterización y propuesta de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología.

- 4.1. Dimensión internacional en las políticas para el fomento de la I+D.
 - 4.1.1. Políticas explícitas nacionales para el fomento de la internacionalización.
 - 4.1.2. Políticas instrumentalizadas a través de Acuerdos y Convenios internacionales.
- 4.2. Dimensión internacional en las actividades de I+D.
 - 4.2.1. Formación y movilidad de investigadores
 - 4.2.2. Proyectos conjuntos de I+D.
 - 4.2.3. Redes, Consorcios y Asociaciones científicas internacionales.
 - 4.2.4. Infraestructuras y centros internacionales de I+D.
- 4.3. Dimensión internacional de los resultados de las actividades de I+D.

- 4.3.1. Producción científica.
- 4.3.2. Producción tecnológica: patentes
- 4.3.3. Comercio internacional de tecnología.
- 4.3.4. Empresas innovadoras de base tecnológica.
- 4.3.5. Acreditación y normalización internacionales.
- 4.3.6. Premios y liderazgos internacionales.

CAPÍTULO 5. Aplicaciones de la implementación de los indicadores.

- 5.1. Guía para la autoevaluación del grado de internacionalización de la ciencia y la tecnología.
- 5.2. Medición y comparación del grado de internacionalización de los países miembros de la RICYT.

CAPÍTULO 6. Metodología y recomendaciones para la implementación de los indicadores seleccionados para la medición y comparación de la internacionalización de los países y pautas para el análisis e interpretación de los resultados de la implementación.

Presentación

Numerosos indicios muestran el creciente peso de la dimensión internacional en las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. Este proceso se expresa en la movilidad e intercambio de investigadores, los proyectos de investigación conjunta entre grupos de diferentes países, las co-publicaciones científicas, las alianzas y consorcios tecnológicos, las redes en sus múltiples modalidades, los procesos de transferencia y el comercio de productos de alta tecnología, así como en los flujos de financiación de la ciencia y la tecnología.

De esta manera, la internacionalización se percibe en la actualidad como una condición necesaria para el desarrollo de la práctica científica en un mundo crecientemente interrelacionado, así como una vía para la mejora de la calidad de las actividades científicas y tecnológicas, la formación de recursos humanos, la circulación de la información, la creación y el fortalecimiento de capacidades, la proyección de los resultados y la consecución de mayores sinergias en el entramado internacional de la cooperación.

La incidencia de la dimensión internacional está modificando los patrones de organización y ejecución de la investigación. Desde esta perspectiva, disponer de un sistema integrado de indicadores que contemple sus múltiples manifestaciones permitirá una mejor comprensión de los procesos asociados a la internacionalización y su medición, así como ayudar a elaborar estrategias y políticas para su fomento y evaluación.

Con tal propósito, la RICYT, en forma conjunta con CONICYT de Chile, convocó en diciembre de 2003 a una reunión de expertos que se reunió en Santiago. El objetivo que se estableció para tal encuentro fue el de iniciar el estudio de la incorporación de indicadores de internacionalización en el ámbito regional. En aquella reunión se analizaron, desde la perspectiva iberoamericana, las implicaciones y expresiones de la internacionalización, en orden a establecer un marco de referencia para el diseño de los indicadores. Como resultado de la revisión de los problemas planteados se elaboró una agenda de trabajo encaminada a definir la naturaleza de los más relevantes.

Luego VI Taller Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, realizado en Buenos Aires en 2004, se constituyó la Subred sobre Indicadores de Internacionalización de la Ciencia en el marco de la RICYT. La subred tiene el objetivo de avanzar en la identificación y el diseño de indicadores relacionados con los instrumentos para la internacionalización, la dimensión internacional en las actividades y los resultados de I+D, teniendo en cuenta la heterogeneidad y las particularidades de la región. Jesús Sebastián coordinó las tareas del grupo de expertos participantes de la subred, el cual estuvo integrado por Carlos Bianco (Grupo REDES, Argentina), Álvaro Campo Cabal (FEDEPALMA, Colombia), Rafael Correa (Universidad de Chile) y Anna María Prat (CONICYT, Chile).

En el VII Taller realizado en San Pablo en 2007 se presentaron los resultados. El material puesto en común y discutido a lo largo de los talleres que se realizaron, dio lugar al Manual de Indicadores de Internacionalización de la Ciencia, que hoy se presenta y que será conocido como “Manual de Santiago”, siguiendo la tradición de identificar los manuales de indicadores con los lugares en los que han sido diseñados.

Este Manual refleja las principales contribuciones surgidas en el transcurso de este proceso, y constituye el aporte de la RICYT para la reflexión sobre la medición de la internacionalización de la ciencia y la tecnología. Constituye un primer intento metodológico para la medición de la intensidad y descripción de las características de la internacionalización de la ciencia y la tecnología de los países iberoamericanos, tanto a nivel nacional como de las instituciones y organismos que realizan tareas de investigación y desarrollo tecnológico (I+D).

Para la elaboración del Manual la RICYT ha contado desde el comienzo de los trabajos con el apoyo de la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICYT) de Chile y la Universidad de Chile,

Como todo primer intento, el presente Manual es susceptible de ser modificado con la práctica de su utilización, por lo que cabe esperar sucesivas versiones que vayan incorporando cambios para ir mejorando su utilidad.

Mario Albornoz
Coordinador de la RICYT

CAPÍTULO 1. LA DIMENSIÓN INTERNACIONAL EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO.

1.1. Consideraciones generales sobre la internacionalización de la ciencia y la tecnología.

El diseño de indicadores para medir la internacionalización de la ciencia y la tecnología requiere una identificación previa del objeto de análisis, así como una justificación de la importancia e interés de la misma en el contexto actual de las políticas, organización y actividades científicas y tecnológicas.

No es fácil proponer una definición clara y precisa para la internacionalización, en cuanto que se trata de un concepto complejo y poliédrico. La internacionalización es una característica de la ciencia y la tecnología, resultado de las expresiones de la dimensión internacional en los múltiples actores, procesos, resultados e impactos asociados con la investigación científica y el desarrollo tecnológico (I+D).

En este Manual se ha adoptado una definición de la internacionalización de tipo operacional, fundamentada en las manifestaciones cualitativas y cuantitativas de la dimensión internacional en los sistemas científico-técnicos (SCT) como entes que conceptualmente integran y articulan los aspectos regulatorios, organizativos y funcionales de los procesos de I+D.

Este Manual tiene la pretensión de poder aplicarse independientemente del grado de desarrollo de los SCT de los países e incluso aplicarse también a nivel de organizaciones e instituciones que realizan tareas de I+D.

La internacionalización, como resultante de la expresión de la dimensión internacional, abarca cinco grandes ámbitos:

- Las políticas e instrumentos de fomento.
- Los recursos humanos implicados en las actividades científicas y tecnológicas.
- La cogeneración de conocimientos y tecnologías, especialmente a través de la cooperación internacional.
- Los flujos internacionales de financiación de la I+D.
- La difusión y explotación internacional de las capacidades nacionales y de los conocimientos y tecnologías generados.

La internacionalización de la ciencia y la tecnología es el resultado de procesos que de manera espontánea e inducida tiene cada vez más relevancia en la conformación y organización de las comunidades científicas, en el modo de producción del conocimiento y la tecnología, en sus mecanismos de difusión, transferencia y comercialización, en la interacción entre actores y en la articulación de los SCT.

Los procesos de internacionalización son duales en la medida en que inciden al interior de los componentes de los SCT, a través de cambios culturales,

organizativos y funcionales y al exterior del mismo, a través de la proyección internacional de los resultados y productos de las actividades científicas y tecnológicas.

El análisis de la internacionalización requiere enfoques muy variados, puesto que la expresión de la dimensión internacional es diferente en cada componente del SCT. Además del análisis meramente descriptivo de las expresiones de la dimensión internacional, se pueden plantear aspectos relacionados con su significado e impacto en el desarrollo científico y tecnológico, tanto a nivel de los grupos de investigación, como de las instituciones, empresas, países y esquemas multilaterales. La valoración e impacto de los procesos de internacionalización supera los objetivos de este Manual, si bien constituye un importante campo de estudio en el ámbito del desarrollo científico y tecnológico y en la elaboración de las correspondientes políticas.

La consideración de la internacionalización como un proceso individual y colectivo implica la existencia de motivaciones, de factores internos y externos condicionantes y la posibilidad de existencia de estrategias explícitas para acelerarlos, a través de instrumentos específicos e incentivos. En este sentido, la internacionalización es un fenómeno complejo con múltiples variables, lo que dificulta el diseño de indicadores.

1.2. Expresiones de la internacionalización en los SCT.

El punto de partida para el diseño de los indicadores en el presente Manual es el análisis de la expresión de la dimensión internacional en los SCT. La lógica de este planteamiento es conocer la incidencia e intensidad de la dimensión internacional en cada uno de los componentes desagregados del sistema, identificar la naturaleza y características de la expresión y valorar su importancia relativa para el diseño de indicadores críticos del grado de internacionalización.

La desagregación del SCT que se ha utilizado incluye los componentes y elementos que se muestran en la Tabla 1:

TABLA 1. COMPONENTES Y ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS CIENTÍFICO-TÉCNICOS	
COMPONENTE	ELEMENTOS
Entorno político	Políticas nacionales de fomento de la I+D. Políticas de fomento de la internacionalización y la cooperación internacional. Políticas internacionales y esquemas de integración. Otras políticas nacionales y regionales. Políticas de atracción de empresas extranjeras
Entorno científico y tecnológico	Organismos nacionales de política científica y tecnológica. Comunidad científica y tecnológica. Universidades. Centros de I+D y Centros tecnológicos.

	Centros de servicios científicos y tecnológicos. Centros de información y documentación. Parques científicos y tecnológicos. Incubadoras de empresas. Laboratorios de ensayos y medidas. Unidades de valorización y vinculación. Agentes de difusión y divulgación. Observatorios de ciencia y tecnología. Sociedades, academias y otros organismos internacionales.
Entorno productivo y social	Unidades de I+D de las empresas. Empresas de base tecnológica e innovadoras. Agencias de desarrollo. Agentes sociales. Centros de productividad. Organizaciones de usuarios. Organizaciones no gubernamentales. Cultura empresarial
Entorno financiero	Fondos y esquemas para la financiación de la I+D. Entidades financieras de capital riesgo. Estímulos fiscales para la I+D. Recursos económicos nacionales y flujos financieros destinados a actividades internacionales. Esquemas para inversión extranjera en I+D. Organismos financieros internacionales. Fundaciones. Organizaciones supranacionales.
Entorno legal y regulatorio	Legislación, normativas y reglamentos.
Instrumentos operativos	Acuerdos intergubernamentales. Convenios interinstitucionales. Planes nacionales y sectoriales. Programas de fomento de la I+D. Programas de fomento de la cooperación científica y tecnológica internacional. Programas internacionales bi y multilaterales Programas de movilidad y atracción de científicos
Actividades de I+D	Flujos internacionales en la formación y especialización de recursos humanos. Movilidad internacional de recursos humanos asociados a la I+D. Proyectos, redes, consorcios, alianzas y contratos internacionales. Transferencia internacional de tecnología. Ruedas, ferias y eventos tecnológicos. Asesorías y consultorías. Organización y participación en congresos y reuniones. Comités internacionales. Procesos de evaluación, acreditación y certificación Intercambios de información y comunicación. Edición de publicaciones internacionales.
Resultados y productos	Creación y consolidación de capacidades en I+D. Recursos humanos para I+D formados en el exterior. Recursos humanos para I+D captados del exterior. Copublicaciones internacionales. Copatentes internacionales. Patentes en el exterior. Innovaciones de productos y procesos Empresas de base tecnológica. Exportación de bienes con tecnología incorporada. Captación de recursos financieros. Variaciones en la balanza tecnológica.

	Establecimiento o expansión de subsidiarias a través de inversión extranjera. Evaluación y acreditación internacional Edición de revistas y publicaciones de nivel internacional. Adopción de estándares internacionales en organizaciones y empresas. Diversificación de relaciones científicas y tecnológicas Capitalización tecnológica de empresas y sectores económicos Apertura de nuevos mercados Premios y liderazgos internacionales Visibilidad y reconocimiento internacional
--	--

El entorno político es fundamental para la internacionalización, puesto que provee de objetivos, políticas y condiciones que favorecen o dificultan los correspondientes procesos. El análisis de este entorno permite enmarcar el diagnóstico sobre la internacionalización de un SCT y elaborar propuestas de cambio.

La dimensión internacional en los entornos científico-técnico, productivo y social se expresa en cada uno de los elementos institucionales públicos y privados, fundamentalmente a través de sus estrategias y objetivos, esquemas organizativos, recursos humanos, actividades, resultados e impactos. El análisis de la internacionalización de las instituciones y organizaciones reproduce básicamente el del conjunto de un SCT, enfatizando en cada caso las características propias de la naturaleza y funciones de cada organización y la presencia de estándares internacionales.

El entorno financiero de la ciencia y la tecnología expresa la dimensión internacional no solo a través de los marcos y condiciones generales para la financiación de la I+D, sino también mediante la inversión directa en actividades internacionales, las coinversiones internacionales, la capacidad de captación de recursos externos y la dinámica de los flujos.

El entorno legal suele ser determinante de la presencia e intensidad de la dimensión internacional en la medida en que las legislaciones, normativas y reglamentos institucionales, financieros y comerciales favorecen la cogeneración, cofinanciación, transferencia y exportación de conocimientos, tecnologías, bienes y servicios.

Los instrumentos para el desarrollo de los objetivos de las políticas explícitas de I+D, constituyen el principal factor operativo para inducir y fomentar la dimensión internacional en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Son los principales elementos favorecedores de la internacionalización. Los instrumentos priorizan, condicionan e incentivan temas, modalidades y formas de organización de la investigación. El diseño de los instrumentos y el peso que se conceda a la dimensión internacional, frecuentemente a través de la cooperación, están muy relacionados con los procesos de internacionalización.

Adicionalmente a los instrumentos formales existen numerosas relaciones internacionales que se producen espontáneamente entre los grupos de investigación y otras que responden a estrategias empresariales propias en el

ámbito de la investigación tecnológica e industrial y la comercialización de productos intensivos en tecnología.

Probablemente son las actividades de I+D, con su heterogénea tipología, en donde tradicionalmente se percibe mejor la dimensión internacional. La diversificación de las modalidades de cooperación internacional y el diseño de actividades “a la carta” han enriquecido la casuística de la vinculación internacional y las formas de expresión de la misma.

La expresión de la dimensión internacional en los resultados y productos de la I+D son tanto reflejo de las propias actividades internacionales, como de su difusión y proyección en el ámbito internacional, independientemente de la modalidad y participantes en las actividades. La evaluación de las actividades internacionales ha puesto de manifiesto la importancia de los resultados intangibles, que suelen incrementar la calidad y relevancia de estas actividades.

1.3. Evolución de la expresión de la dimensión internacional en la ciencia y tecnología.

Una de las características que definen la evolución en los modos de producción del conocimiento y la tecnología, así como en la organización de las actividades de investigación es la creciente importancia de la dimensión internacional. Esta evolución se debe tanto a aspectos intrínsecos del propio desarrollo científico y tecnológico como al contexto político, económico, social y cultural en el que se realiza este desarrollo.

La mayoría de los estudios sobre la dimensión internacional en la ciencia y la tecnología analizan, entre otros aspectos, la movilidad y flujos migratorios de los investigadores, la producción científica, la investigación industrial, los flujos de financiación, las relaciones interinstitucionales y empresariales, los procesos de transferencia o el comercio de productos de alta tecnología. A continuación se resumen algunos datos relevantes que ponen de manifiesto la creciente presencia de la dimensión internacional.

La movilidad internacional de estudiantes de postgrado se ha acelerado como consecuencia de la expansión de la educación transnacional, que está favoreciendo la internacionalización de la educación superior y facilitando la incorporación de jóvenes investigadores extranjeros. La formación doctoral y postdoctoral, 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 USA, donde 140.000 de los estudiantes graduados en 2002 fueron extranjeros, lo que representa el 34,5% del total, esta cifra sube al 60% en ingeniería y en ciencias de la computación, observándose un incremento continuado a lo largo de los últimos años. En el caso de los investigadores postdoctorales, 25.430 eran extranjeros en 2002, representando el 56% del total.

El Reino Unido lidera en Europa la capacidad de atracción de estudiantes universitarios. En 2004, sus universidades albergaron cerca de nueve veces más estudiantes extranjeros que estudiantes británicos había matriculados en universidades de otros países de la Unión Europea. Grecia se sitúa en el otro extremo, el número de estudiantes griegos matriculados en otro país de la UE representa casi cuatro veces más el número de estudiantes extranjeros que albergan las universidades griegas.

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. En 2000, las personas extranjeras trabajando en el sector de la ciencia y la tecnología en los países de la Unión Europea eran 466.000, la mitad de las cuales procedían de países no pertenecientes a la Unión. El crecimiento entre 1994 y 2000 de los empleados extranjeros en este sector fue del 40%. En USA casi un millón de personas del sector de ciencia y tecnología han nacido en otros países.

Los procesos de “brain drain” y “brain gain” tienen actualmente importantes consecuencias 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.

El peso de la dimensión internacional en la producción científica es muy significativo y creciente, mostrando cambios en los modos de producción del conocimiento, especialmente a través de los proyectos conjuntos y las redes de investigación. La producción mundial de artículos científicos recogidos por las bases de datos ISI entre 1986 y 1997 creció un 12%, mientras que la basada en la cooperación internacional lo hizo un 116%. La colaboración internacional entre 1996 y 1999 dio lugar a 740.000 copublicaciones internacionales. En el año 2001, el 33% de la producción científica ISI europea fueron copublicaciones internacionales, siendo el 23% de la producción de USA, el 35% de los países del Pacífico y el 44% de América Latina. En el caso de USA, el porcentaje de copublicaciones internacionales sube al 35%-38% en física, ciencias de la tierra y del espacio y matemáticas. Las copublicaciones internacionales en el ámbito de las humanidades y ciencias sociales es mucho menor, siendo el 10% en el caso de USA en 2001.

La evolución del peso de la dimensión internacional ha sido muy importante en las últimas décadas. La Tabla 2 muestra la evolución del porcentaje de copublicaciones internacionales en algunos países.

TABLA 2. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE COPUBLICACIONES INTERNACIONALES.				
PAIS	% COPUBLICACIONES INTERNACIONALES			
	1976	1986	1990	1995-1999
Alemania	9,7	20,9	28,2	33,7
España	9,5	18,6	23,5	32,3
Francia	10,3	21,3	27,5	35,6
Reino Unido	10,0	16,6	21,9	29,3
Japón	3,5	7,5	10,0	15,2
USA	5,6	10,2	12,9	18,0

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de CINDOC/CSIC, OCDE y NSF.

El porcentaje de copublicaciones con autores de tres o más países está también creciendo significativamente, poniendo de manifiesto el peso de las redes internacionales de investigación.

La clara tendencia en el incremento del número de copublicaciones internacionales tanto en los países de mayor desarrollo como en los de menos, muestra que la colaboración internacional es actualmente un componente intrínseco de los procesos de generación de conocimiento, independientemente de las capacidades existentes.

La internacionalización del sistema financiero, de las cadenas productivas y del comercio son los ejes de la globalización económica, que también se refleja en la creciente presencia de la dimensión internacional en la investigación tecnológica e industrial. La dimensión internacional es protagonista en numerosos acuerdos y alianzas institucionales y empresariales como instrumentos para la colaboración. La cooperación se ha incorporado como una estrategia para mejorar la competitividad internacional de las empresas e incorporarse a la economía del conocimiento.

Los consorcios, alianzas y redes son modalidades cada vez más frecuentes para la ejecución de proyectos internacionales. Esta conclusión puede extraerse de la información de las pocas bases de datos que incluyen esta información. Una de las más detalladas, la elaborada por MERIT (*Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology*) recoge fundamentalmente alianzas tecnológicas internacionales entre grandes empresas. Entre 1991 y 2001 contabiliza 5.892 nuevas alianzas internacionales, básicamente entre empresas de USA, Europa y Japón y en seis sectores: tecnologías de la información, biotecnología, materiales avanzados, aeroespacial y defensa, automotriz y química. Se observa una tendencia al crecimiento en el número de alianzas, partiendo de 200 en 1981 hasta unas 600 en 2001. Esta tendencia se observa también en alianzas a nivel de proyectos tecnológicos entre pequeñas y medianas empresas en el marco de la iniciativa Iberoeka en el ámbito iberoamericano.

La subcontratación de investigación, la venta de servicios tecnológicos, la adquisición y recolocación de laboratorios se realizan crecientemente a escala internacional. Programas internacionales de fomento de la I+D, como el Programa Marco europeo, contribuyen decisivamente a la internacionalización de las relaciones entre actores, especialmente universidades, centros de I+D y empresas.

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 atracción de inversiones extranjeras directas para ciencia y tecnología constituye una estrategia diseñada por algunos países. Esta financiación corresponde generalmente a actividades de I+D de filiales establecidas en un país de empresas, en general multinacionales, que tienen su sede en otro país y de la contratación de investigación y servicios tecnológicos.

Los datos de EUROSTAT muestran que el Reino Unido atrae la mayor parte de la inversión extranjera en investigación en Europa. La inversión extranjera en el Reino Unido ascendió a los 5.800 millones de euros en 2003, seguida por Francia y Alemania, con 2.900 y 1.200 millones de euros respectivamente. En términos relativos, la proporción del gasto total en I+D proveniente de la inversión extranjera supera el 20% en Austria, Letonia y Malta, mientras que en Eslovaquia y Finlandia representó solamente el 3%. En el caso del gasto industrial en I+D destacan Irlanda y Hungría, donde la proporción de I+D industrial de empresas extranjeras representa el 80%. En contraste con estos datos, en Japón la inversión extranjera es solamente el 3% del gasto industrial en I+D.

El gasto en USA en I+D por empresas extranjeras ha crecido anualmente casi un 11% entre 1944 y 2000, mientras el gasto en I+D de empresas de USA en otros países ha crecido un 7% anual. El gasto en I+D realizado en USA por empresas extranjeras en 2000 ascendió a unos 26 mil millones de dólares, alrededor del 13% del gasto en I+D industrial. La I+D se concentró en el sector químico, productos electrónicos y computación y equipamiento para transporte. La Tabla 3 muestra, como ejemplo, los flujos internacionales de financiación de la I+D industrial en USA por parte de las empresas extranjeras y de empresas de USA en el extranjero en 2000.

TABLA 3. FLUJOS INTERNACIONALES DE FINANCIACIÓN DE LA I+D EN ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (2000) Miles de Millones de dólares		
PAIS / REGIÓN	GASTO EN USA	GASTO EN EXTERIOR
Europa	18,6	12,9
Canadá	3,7	1,9
Japón	2,8	3,7
América Latina	0,7	0,7
Israel		0,5
África		0,03

FUENTE: NSF

Los flujos internacionales de financiación plantean un interesante caso de estudio en la aplicación nacional de indicadores convencionales de gasto de I+D.

La dimensión internacional de las actividades de I+D plantea también interesantes retos a los esquemas de propiedad y explotación de resultados, conocimientos y patentes. Las estadísticas de la Oficina Europea de Patentes y Marcas (EPO) revelan que los inventores residentes en países pequeños tienen una mayor tendencia a presentar las solicitudes de patentes junto a los coinventores de otros países. Cerca de la mitad de las solicitudes de patentes de Eslovaquia se presentan en colaboración con inventores de otros países, seguido de Bélgica, con un 43,4%, e Irlanda, con un 41,9%. Las copatentes internacionales representan el 20% en el Reino Unido y el 19% en España. El porcentaje disminuye en países donde existen un elevado número de solicitudes de patentes por millón de habitantes, como ocurre en Países Bajos y los países Escandinavos. En conjunto, El 6,7% de las patentes EPO en el período 1999-2001 son el resultado de investigaciones conjuntas entre varios países.

Finalmente, el comercio de productos de alta tecnología está también condicionado por la diversificación de componentes e internacionalización de la producción, generándose complejas interrelaciones y flujos entre empresas y países.

Los datos y comentarios señalados constituyen solamente una pequeña muestra de la evidencia existente sobre la importancia creciente de la dimensión internacional en la ciencia y la tecnología.

1.4. Factores dinamizadores de la internacionalización de la ciencia y la tecnología.

El desarrollo científico y tecnológico siempre ha tenido una dimensión internacional, asociada a la propia dinámica de la formación de los investigadores, a la naturaleza de los procesos de investigación y difusión del conocimiento científico y a la generación y transferencia de la tecnología. Lo novedoso de la situación actual es el alto grado de generalización de la dimensión internacional que se ha consolidado como un componente intrínseco de la generación del conocimiento y de los procesos sociales y económicos relacionados con la utilización del mismo.

Existen múltiples factores que contribuyen a la internacionalización de la ciencia y la tecnología, algunos son internos a los SCT y otros son contextuales. Existe una extensa bibliografía que analiza las causas y efectos de la internacionalización.

Entre los factores internos se encuentra la creciente interdisciplinaridad de la investigación, el abordaje de problemas complejos e interdependientes, el requerimiento de infraestructuras y equipamientos singulares y la búsqueda de

la eficacia en los grupos de investigación, que buscan complementar capacidades y habilidades, dando lugar a asociaciones entre investigadores y grupos de investigación, que se reflejan en el incremento de la cooperación científica, independientemente del país de los asociados. La dimensión internacional incrementa las posibilidades de colaboración y en consecuencia, las potencialidades de los grupos e instituciones.

La dimensión internacional favorece los procesos de formación y especialización de los investigadores y tecnólogos, al ampliar el ámbito temático y las posibilidades existentes en cada país, además de posibilitar una mayor calidad en estos procesos. Por ello, los programas de fomento de la formación contemplan crecientemente las ayudas para la formación en el exterior, generándose relaciones y flujos de colaboración que se mantienen en el tiempo.

La disponibilidad generalizada y la facilidad para la movilidad real y virtual son factores culturales y prácticos que aceleran los procesos de internacionalización. La multipolaridad en las interacciones entre científicos en espacios físicos internacionales y a través de internet, generan condiciones propicias para la colaboración informal, que en numerosas ocasiones se transforman en colaboraciones formales y estables.

El reconocimiento de la cooperación como instrumento para mejorar la calidad, eficacia y eficiencia de la investigación está contribuyendo, a pesar de las limitaciones que en ocasiones pueden plantearse, al aumento de la dimensión internacional y a la aparición y consolidación de algunas modalidades, entre las que destaca las redes de investigación e innovación, como paradigma de organización y optimización de recursos.

El acceso a la información y a las bases de datos constituye actualmente una herramienta fundamental en la actualización de las comunidades científicas y en las orientaciones de la investigación, contribuyendo a la internacionalización de unas y otras. Las dificultades en el acceso a la información constituyen en los países de menor desarrollo científico una de las barreras para avanzar en este desarrollo.

El acceso a la financiación se encuentra también entre los factores aceleradores de la internacionalización, en la medida en que existen programas de fomento que requieren la colaboración internacional entre grupos de investigación e instituciones. El Programa Marco de I+D de la Unión Europea y otros programas como Eureka, constituyen instrumentos fundamentales para la internacionalización de la investigación e innovación europea.

La comprensión de las oportunidades de la internacionalización ha dado lugar en algunos países al diseño de programas nacionales de fomento de la investigación e innovación que incluyen la dimensión internacional como una condición para la financiación de los proyectos e iniciativas.

La generalización de los procesos de evaluación institucional y de los sistemas nacionales de evaluación, así como de la aplicación de indicadores comunes,

están incorporando un elemento de comparación y de establecimiento de estándares que favorecen el desarrollo de la dimensión internacional en el conjunto de los actores.

Las políticas de desarrollo tecnológico y empresarial, el papel motor de la innovación y la búsqueda de una mayor competitividad son factores que están propiciando las interacciones internacionales, a través de inversiones, alianzas, consorcios, adquisiciones y subcontrataciones, tanto para la generación como para la transferencia de tecnología, desarrollándose estrategias basadas en cooperar para competir, que favorecen la internacionalización.

En el orden político, la creación de espacios supranacionales y los estímulos para la integración, incluyendo las regiones transfronterizas, favorecen los procesos de internacionalización de la investigación e innovación, en la medida en que se abordan temáticas de interés común, se facilitan los intercambios y se plantean objetivos de coordinación de las políticas científicas y tecnológicas.

Las presiones de la globalización de las economías, con la consiguiente apertura comercial y el desarrollo de las economías basadas en el conocimiento, están también condicionando las interacciones y articulaciones entre los sistemas nacionales de innovación, siendo causa y efecto de la progresiva internacionalización de la ciencia y la tecnología.

Las crecientes demandas sociales en favor de mejorar las condiciones de vida y la participación pública en la determinación de las prioridades y en las aplicaciones del conocimiento han introducido un factor que condiciona la toma de decisiones por parte de las administraciones públicas y los órganos legislativos en el ámbito de la ciencia y la tecnología, quienes tienen también que considerar los referentes y compromisos internacionales. Todo ello involucra al binomio local-global y contribuye a una notable presencia de la dimensión internacional.

1.5. Luces y sombras de la internacionalización de la ciencia y la tecnología.

Los procesos de internacionalización de la ciencia y la tecnología no son neutros y en ocasiones pueden generar controversias, planteamientos escépticos y desconfianzas. Por una parte, ofrecen numerosas oportunidades para el desarrollo científico y tecnológico y por otra, pueden dar lugar a asimetrías en la percepción de los beneficios entre los actores involucrados.

Las oportunidades que ofrece la internacionalización son bastante evidentes en el ámbito de la formación de recursos humanos, las actividades de investigación, el fortalecimiento institucional, el acceso a la tecnología y la proyección internacional de las capacidades y productos de la investigación e innovación. El aprovechamiento de las oportunidades requiere planteamientos proactivos para identificar estas oportunidades y establecer los mecanismos y condiciones más adecuadas en cada caso y en cada país.

Las principales amenazas se centran en la utilización de la internacionalización como una nueva forma de colonización, a través de la utilización de las capacidades de investigación de otros países en detrimento de su función como generadores de conocimientos y tecnologías prioritarios para el desarrollo del propio país. Esta amenaza puede ser especialmente importante en los países de menor desarrollo por la debilidad de las políticas científicas y tecnológicas y sus correspondientes instrumentos financieros y operativos.

Los procesos de internacionalización unidireccionales en los que dominan motivaciones y lógicas basadas en el beneficio propio pueden interferir con proyectos nacionales de desarrollo científico, por ello es necesario conocer estos procesos y evaluar los impactos, con objeto de reducir riesgos, en base a la negociación de las modalidades y condiciones de las actividades.

Frente a los procesos unidireccionales, la internacionalización basada en la cooperación constituye la estrategia más adecuada, siempre que esta cooperación se fundamente en el principio del beneficio mutuo.

La garantía del beneficio mutuo no solamente debe basarse en la disposición de los actores directamente implicados en la cooperación, sino también en los organismos multilaterales y las agencias nacionales de cooperación internacional, responsables de la elaboración e implementación de instrumentos de fomento de la cooperación, siendo esta condición especialmente crítica en el ámbito de la cooperación científica y tecnológica entre países de mayor y menor nivel de desarrollo para que los procesos de internacionalización tengan la necesaria simetría en los beneficios obtenidos.

La calidad de la cooperación internacional está condicionada por la complementariedad de las motivaciones, la concreción de los objetivos, la adecuada selección de los socios y el cumplimiento de los acuerdos. Sin embargo, la cooperación como proceso interactivo y social no deja de plantear dilemas y dificultades, que surgen por los conflictos derivados de los propios intereses de los participantes, de la estructura de los liderazgos, de la complejidad de las interacciones personales e institucionales y de la necesidad de entender y asimilar diferencias culturales.

El diseño de un sistema de indicadores para medir el grado de internacionalización debe contemplar las actividades que tienen un componente unidireccional y las basadas en la cooperación. En uno y otro caso, los indicadores deben ofrecer información útil para conocer los impactos, valorar las luces y sombras y constituir referentes para acelerar el desarrollo científico y tecnológico.

1.6. Tendencias en la internacionalización de la ciencia y la tecnología.

Es previsible que la creciente importancia de la dimensión internacional en la investigación y la innovación puesta de manifiesto en las últimas décadas, se acentúe en los próximos años, debido a la persistencia de los factores dinamizadores que se han señalado anteriormente.

Los procesos de internacionalización van a desarrollarse en un escenario dominado por:

- El diseño de estrategias y políticas para la internacionalización.
- La profundización en los nuevos modelos de cooperación internacional.
- La diversificación de los mecanismos de generación y transferencia del conocimiento y la tecnología.

El crecimiento de la dimensión internacional en la investigación y la innovación se ha debido fundamentalmente a la iniciativa e interés de los actores directamente implicados, que han comprendido las oportunidades de ampliar los ámbitos de actuación y la necesidad de complementar sus capacidades.

Con la excepción de algunos programas de fomento de la dimensión internacional surgidos en marcos multilaterales y de integración regional, la mayoría de los gobiernos nacionales no han incorporado todavía de manera explícita e intrínseca la dimensión internacional en los programas de fomento de la I+D, sino que han tratado la dimensión y la cooperación internacional como un ámbito específico y paralelo al de los programas nacionales de fomento.

Esta visión de la dimensión internacional está comenzando a cambiar a favor de otra basada en la consideración de la internacionalización como una estrategia para el desarrollo científico y tecnológico, la mejora de la competitividad y el desarrollo social. Este cambio se traduce en la elaboración de políticas de fomento de la internacionalización en las estrategias públicas y privadas de fomento de la investigación y la innovación, definiendo objetivos y canalizando recursos financieros e incentivos.

La atracción de inversiones en I+D, la valoración y absorción del conocimiento generado en el exterior, la orientación en la movilidad de investigadores, la captación de científicos y tecnólogos, la superación de las deficiencias en masa crítica en áreas estratégicas de la ciencia y la tecnología, así como en infraestructuras y equipamientos, el fomento de proyectos y actividades internacionales y la integración en redes internacionales de investigación e innovación son algunos de los candidatos a figurar como objetivos de las políticas de fomento de la internacionalización integradas en las políticas nacionales de fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación.

La tendencia a elaborar políticas de fomento de la internacionalización se puede visualizar tanto en países de mayor como de menor desarrollo científico y tecnológico, teniendo el énfasis en la complementación y proyección de las capacidades, en el primer caso y en la creación de capacidades y el fortalecimiento institucional, en el segundo.

Las actividades de organizaciones multilaterales, como la OCDE, fomentando los análisis y comparaciones nacionales, contribuyen a generar espacios propicios a la introducción de la dimensión internacional, al establecimiento de estándares tácitos y a la articulación internacional de las políticas nacionales,

yendo más allá, como en el caso de la Unión Europea, en el que el objetivo planteado es la coordinación de las políticas científicas y tecnológicas nacionales de los países miembro.

La tendencia al desarrollo de nuevos modelos de cooperación internacional va a condicionar y favorecer los procesos de internacionalización. De modelos de cooperación espontáneos y con escaso valor añadido y efecto multiplicador, se está pasando a modelos de cooperación, que consideran su carácter instrumental y donde la cooperación internacional está integrada en políticas institucionales, empresariales o nacionales, para la consecución de objetivos estables y sustentables en el conjunto de los sistemas nacionales de innovación.

La necesidad de la adecuación de la cooperación internacional a objetivos específicos en contextos políticos, económicos e institucionales diferenciados está contribuyendo a la diversificación de las modalidades, a la integración de diferentes tipos de actividades y al diseño de esquemas de cooperación “a la carta”.

El desarrollo de nuevos esquemas de cooperación no solamente se fundamenta en planteamientos de política científica y tecnológica, sino en su implementación en la práctica, que muestra algunos cambios en la cultura de la cooperación entre los actores directamente implicados.

Los actores aprecian las sinergias que ofrecen las interacciones y las colaboraciones, valoran el incremento de la eficacia de las actividades conjunta, que se traduce en una mayor productividad, visibilidad y mejora del proceso mismo de investigación y de los resultados obtenidos, así como las mejoras en las capacidades competitivas de las instituciones y de las empresas. Todo ello revaloriza el papel central de la cooperación en los procesos de generación y transferencia del conocimiento y otorga a los actores un papel activo en la búsqueda de las modalidades más adecuadas para cada caso, en lugar de ser simples usuarios de programas de fomento de la cooperación homogéneos, no sin plantear ciertos conflictos entre las lógicas e intereses de los agentes y actores de la cooperación internacional.

La modalidades híbridas de cooperación, la extensión de las redes como marco organizativo y funcional para la cooperación, el papel activo de los actores y el diseño de la cooperación “a la carta” son algunas de las características de los nuevos modelos de cooperación que estarán posiblemente presentes en los procesos de internacionalización de la ciencia y la tecnología en los próximos años.

La diversificación de los mecanismos de generación y transferencia del conocimiento y la tecnología es otra tendencia favorecedora de los procesos de internacionalización.

La cooperación tecnológica entre actores heterogéneos juega un papel fundamental en el desarrollo de nuevas tecnologías y en los procesos de innovación. La cogeneración a través de proyectos conjuntos, alianzas,

consorcios y redes internacionales se ha generalizado como medio para el desarrollo tecnológico y previsiblemente, junto a la búsqueda y selección de las mejores oportunidades para la inversión y colaboración en I+D, independientemente de las fronteras nacionales, marcarán las políticas de las multinacionales y de las empresas generadoras y dependientes de la tecnología.

La cogeneración parece un planteamiento especialmente adecuado para países de menor desarrollo tecnológico y con menores capacidades, que requieren una complementación de las mismas, siempre que se negocien adecuadamente con los socios participantes de los otros países las condiciones de la propiedad de los resultados y de la explotación de los mismos. La difusión tecnológica que puede producirse en un país como consecuencia de la instalación de empresas extranjeras constituye otra posible vía de capitalización tecnológica que debe aprovecharse como consecuencia de una adecuada negociación para su implantación.

La apertura económica y la globalización del comercio están ampliando las condiciones para la internacionalización de los mercados de tecnología, con nuevas modalidades de acceso y transferencia, no solamente a través de las licencias internacionales de patentes, sino de modalidades de asociación para la explotación de resultados de investigaciones conjuntas y de tecnologías existentes.

La internacionalización de la I+D se está desarrollando de una manera más lenta que la de los sectores manufactureros y del comercio, pero la tendencia es hacia el crecimiento y consolidación, pudiendo dar lugar a una profunda reestructuración de los procesos y organizaciones implicadas en la generación y difusión del conocimiento.

En resumen, las condiciones actuales en que se produce el desarrollo científico y tecnológico, los escenarios de la economía y el comercio, los requisitos para la búsqueda de modelos sostenibles social y medioambientalmente y los patrones de las relaciones internacionales, conducen, a pesar de la existencia de numerosas contradicciones, a una revalorización de la cooperación y de la internacionalización de la ciencia y la tecnología.

1.7. Referencias.

Archibugi, D., Howells, J., Michie, J. (editors) (1999) *Innovation Policy in a Global Economy*. Cambridge University Press. Cambridge

Bordons, M., Gómez, I. (2000) Collaboration networks in Science. In *The Web of knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*. Editado por B. Cronin y H.B. Atkins. ASIS Monograph Series.

Bozeman, B. , Corley, E. (2004) Scientists collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital. *Research Policy* 33, 599 – 616.

Child, J., Falkner, D. (1998) *Strategies of co-operation: managing alliances, networks and joint ventures*. Oxford University Press. UK

- Edler, J., Boekholt, P. (2001) Benchmarking national public policies to exploit international science and industrial research: a synopsis of current developments. *Science and Public Policy* 28, 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: 611 – 626.
- Gómez, I., Fernández, M.T., Sebastián, J. (1999) Analysis of the structure of international cooperation networks in science through bibliometric indicators *Scientometrics* 44, 441-457
- Gómez, I., Sancho, R., Bordons, M. y Fernández, M.T. (2006) Actividad y producción científica. En “*Radiografía de la investigación pública en España*”. Editado por J. Sebastián y E. Muñoz. Editorial Biblioteca Nueva. Madrid. Pp: 273-302.
- Grande, E., Peschke, A. (1999) Transnational cooperation and policy networks in European science policy-making. *Research Policy* 28: 43 - 61
- Hagedoorn, J, Link, A.N., Vonortas, N.S. (2000) Research partnerships. *Research Policy* 29, 567 – 586.
- Hagedoorn, J. (2002) Inter-firm partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. *Research Policy* 31, 477 – 492.
- Luukkonen, T., Tijssen, R.J.W., Persson, O., Siversten, &. (1993) The measurement of international scientific collaboration. *Scientometrics* 28, 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., Hagedoorn, J. (1999) Innovation through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements. *Technovation* 26, 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.
- Observatoire des Sciences et des Techniques. (2003). *Science & Technologie Indicateurs 2002*. Economica. Paris.
- OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (1999) *Globalisation of Industrial R&D: Policy Issues*. Paris.
- Okubo, Y. (1996) L'internationalisation de la science: an analyse bibliométrique. *Futuribles* 210, 43 – 56.

RICYT. Red Iberoamericana/Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (2003) *El Estado de la Ciencia: Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos/Interamericanos*. Buenos Aires.

Research Policy (1999) *Special Issue on The Internationalisation of Industrial R&D* 28.

Sebastián, J. (1999) La dimensión internacional de la cooperación Empresa-Universidad. *Revista de Educación Superior*. 112, 127 – 154. ANUIES. México.

Sebastián, J. (2000). La cultura de la cooperación en la I+D. *Espacios. Revista venezolana de gestión tecnológica*. 21, 165 – 180. Fundación Polar. Caracas.

Sebastián, J. (2000) Las redes de cooperación como modelo organizativo y funcional para la I+D. *Revista REDES* 7, 97-111. IESCIT-UNQ. Buenos Aires.

Sebastián, J. (2004) *Cooperación e Internacionalización de las Universidades*. Editorial Biblos/SECIB. Buenos Aires. Argentina. ISBN: 950-786-446-6.

Swedish Institute for Growth Policy Studies (2006) *The Internationalisation of corporate R&D*. Stockholm. ISSN 1652-0483.

Zitt, M., Bassecouard, E. (1999) Internationalization of communication : a view on the evolution of scientific journals. *Scientometrics* 46, 669 – 685.

CAPÍTULO 2. ENFOQUES EN LA MEDICION DE LA INTERNACIONALIZACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA.

Si bien no existe ningún manual dedicado exclusivamente a la medición de la internacionalización de la ciencia y la tecnología, en la mayoría de los sistemas de indicadores elaborados por diferentes organizaciones existe un capítulo dedicado al tema, o varios indicadores, distribuidos en diferentes capítulos, que pueden servir para caracterizar el grado de internacionalización de la investigación y la innovación.

En este capítulo se describen algunos enfoques, empezando por el Manual de la OCDE en el que se trata el concepto de globalización de la tecnología. En los informes nacionales o regionales de indicadores, la mayoría de las veces se utilizan datos internacionales sólo para efectos de comparación y caracterización del estado de la I+D en el país o región específica y no como medición del grado de internacionalización de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología. EUROSTAT ha señalado recientemente la dificultad de la medición de la internacionalización de la I+D dado que los indicadores estadísticos se refieren generalmente a las actividades "nacionales".

A continuación se analizan sólo las recopilaciones de indicadores producidos por la OCDE, la *National Science Foundation* de los Estados Unidos, la Unión Europea y el Observatorio de la Ciencia y Tecnología de Francia, como los más representativos en esta área.

2.1. Manual de indicadores de globalización de la economía de la OCDE.

El Manual define "Globalización" como la internacionalización creciente de los *mercados financieros y de bienes y servicios*. Implica un proceso dinámico y multidimensional de integración económica mediante el cual los recursos nacionales se mueven cada vez más internacionalmente y las economías son más interdependientes.

Incluye un capítulo especialmente dedicado a la internacionalización de la tecnología, que cubre: la internacionalización de la investigación y desarrollo industrial; el comercio intangible de tecnología (Balanza de pagos tecnológica) y el comercio de productos de alta tecnología (tecnología incorporada a los productos)

Los aspectos contemplados por la OCDE son: Gasto nacional en I+D y número de investigadores procedente de filiales de compañías extranjeras; Gasto nacional en I+D de las empresas financiado desde el extranjero; Ganancias, valor agregado y empleo, provenientes de filiales de empresas extranjeras cuya principal actividad es la I+D; Gasto en I+D de las empresas madre y proporción de investigadores; Gasto en I+D y número de investigadores en compañías multinacionales (empresa madre y otras empresas asociadas) operando en un país dado; PIB proveniente de lo que se recibe o paga por tecnología; Total de gastos en I+D debido a transacciones de tecnología; Productos del sector manufacturero que se debe a importación y exportación de alta tecnología;

Total de exportación e importación de alta tecnología, debido a filiales extranjeras y a empresas madre.

Los indicadores propuestos se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN PROPUESTOS POR LA OCDE	
AMBITO DE INTERNACIONALIZACIÓN	INDICADORES
Grado de internacionalización de I+D de empresas multinacionales en el país compilador:	Porcentaje del gasto de I+D de filiales de empresas extranjeras
	Porcentaje del número de investigadores en filiales de empresas extranjeras
	Porcentaje del gasto en I+D financiado desde el extranjero
	Porcentaje de valor agregado atribuible a filiales cuya mayor actividad es I+D
	Porcentaje del total de las transacciones atribuibles a filiales de compañías extranjeras cuya principal actividad es I+D
	Porcentaje del empleo atribuibles a filiales de compañías extranjeras cuya principal actividad es I+D
	Porcentaje del gasto de I+D de las empresas madre
	Porcentaje del número de investigadores de las empresas madre
	Porcentaje del gasto en I+D y de investigadores en empresas multinacionales (empresa madre y otras filiales)
Grado de internacionalización de la difusión de tecnología en el país compilador (total y por industria)	Pagos tecnológicos como porcentaje del PIB
	Pagos tecnológicos como porcentaje del gasto en I+D
	Ingresos tecnológicos como porcentaje del PIB
	Ingresos tecnológicos como porcentaje del gasto en I+D
Grado de internacionalización del comercio de productos intensivos en tecnología en el país compilador (total y por industria)	Participación de las exportaciones de productos de alta tecnología de filiales de empresas extranjeras en el total de de productos de alta tecnología
	Participación de las exportaciones de productos de alta tecnología de filiales de empresas extranjeras y empresas madre de exportación e importación de productos de alta tecnología en el total

La propuesta de la OCDE contempla, además, precisas observaciones metodológicas, hace un análisis de las diferencias conceptuales con el Manual Frascati, así como propone diferentes definiciones y hace sugerencias para los análisis de los resultados y los estudios futuros.

2.2. National Science Foundation.

En la edición de 2004, de los Indicadores de Ciencia e Ingeniería de la NSF, se enfatiza, en cada capítulo, la visión internacional de la ciencia. En cada uno

de ellos se presentan datos comparativos entre los Estados Unidos y los países de la OCDE, tanto en forma individual como por regiones.

En el capítulo de “Formación de recursos humanos” se considera el número de estudiantes de doctorado en universidades norteamericanas según nacionalidad, por disciplina y por país o región de origen, el porcentaje de extranjeros tanto a nivel de la matrícula como de la titulación. Analizan así mismo el porcentaje de permanencia de los titulados en Estados Unidos, medido por encuestas especiales acerca de su intención de quedarse en el país y sus planes reales. El mismo estudio se hace con los Post-Doctorales. A nivel internacional se compara el número de graduados del primer nivel superior en Ciencia e Ingeniería según número total y sexo y lo mismo se realiza a nivel de doctorados obtenidos. La movilidad de los estudiantes se mide a través de la matrícula en Ciencia e Ingeniería en diversos países seleccionados y los titulados en países seleccionados, por país de origen y disciplina. Rubro especial es el de los países en desarrollo respecto a si se quedan en Estados Unidos y mantienen relaciones de trabajo con sus países de origen, o si regresan.

Con respecto a la fuerza de trabajo, se complementan los datos anteriores con datos acerca del número de investigadores empleados nacidos en el extranjero, según nacionalidad de origen y lugar de obtención de su grado académico superior. La migración de doctorados a Estados Unidos, según niveles de educación, disciplinas y país de origen y la migración de doctorados estadounidenses a otros países según especialización y grado académico.

En el capítulo “Investigación y desarrollo en Estados Unidos e Internacional: Financiamiento y enlaces tecnológicos” existe una sección especial acerca de comparación de las tendencias internacionales. Se presentan series de datos, procedentes en su mayoría de los indicadores de la OCDE respecto a gasto en I+D según fuente de financiamiento y sector de ejecución. Una sección importante es la de inversión por parte de corporaciones multinacionales de I+D, tanto respecto al gasto de empresas extranjeras en I+D en Estados Unidos como de las de empresas de los Estados Unidos en el extranjero. Balanza de gasto en I+D.

En el capítulo de “I+D Académica”, se presentan datos comparativos a nivel internacional tomados mayoritariamente de la OCDE. En la sección de fuerza de trabajo se analiza el número de extranjeros contratados por las universidades, según disciplina. Una sección importante es la de producción de artículos científicos de los Estados Unidos comparados con los del resto del mundo, con datos *per cápita* y por disciplina. Se hace énfasis en datos de colaboración entre autores de los Estados Unidos con el resto del mundo y la colaboración observada entre el resto de los países. Se analiza la relación entre colaboración en trabajos científicos y lugar de formación avanzada. Se analizan, además, las citas recibidas y otorgadas en trabajos producidos en los Estados Unidos y en otros países. Los datos de la producción de patentes en Estados Unidos se complementan con el análisis de las citas a la literatura científica por países y regiones y por cuadros comparativos entre países OCDE.

En el capítulo de “Industria, Tecnología y Mercado Global”, se incluyen datos comparativos a nivel internacional respecto a la participación de las empresas de alta tecnología en el total de la producción manufacturera nacional, competitividad global de empresas individuales, exportaciones de las empresas de alta tecnología a nivel internacional, ingresos globales generados por las empresas de servicios con alta intensidad de conocimiento, royalties y pagos generados por la propiedad intelectual. Se complementa con un análisis de los nuevos exportadores de alta tecnología, respecto a su orientación nacional, infraestructura tecnológica, infraestructura socioeconómica y capacidad productiva.

En el capítulo de “Ciencia y tecnología: Actitudes públicas y percepción”, sólo se comparan estudios hechos en diferentes países acerca del conocimiento y percepción de la ciencia y sus impactos.

2.3. European Union. Third European Report on S&T Indicators. 2003.

El informe es un análisis de la posición europea en materia de ciencia, tecnología e innovación y presenta indicadores para caracterizar esta situación. La primera parte del documento es un análisis de los desafíos que Europa enfrenta en el siglo XXI tanto sociales, como económicos. En cada uno de los análisis se comparan los datos europeos con los del resto del mundo. En este capítulo, una de las secciones dice relación con Europa y el resto del mundo: globalización, expansión y gobernabilidad. Para terminar con la presentación de la estrategia de Lisboa, como una respuesta a los desafíos actuales de la Unión.

La primera parte del documento está dedicada a la inversión en la producción de conocimiento, diseminación y absorción. Se basa en datos del tipo del Manual Frascati de la OCDE: Inversión en Ciencia y Tecnología, fuerza de trabajo en I + D, Rol del Gobierno y del sector público y de la Educación Superior. Complementan el capítulo secciones especiales acerca del estancamiento de los fondos públicos para I + D y el papel de las mujeres en la investigación científica y tecnológica.

La segunda parte del documento está dedicada a la producción, explotación y comercialización de conocimiento. Incluye indicadores de número de artículos y citas en diferentes áreas del conocimiento y su comparación a nivel internacional. Dentro de este capítulo se incluye una sección acerca de formas de cooperación científica. Los indicadores se basan en copublicaciones de diferentes regiones del mundo y datos acerca de copublicaciones de países miembros de la Unión entre ellos y entre otras regiones del mundo. Se concluye esta parte con un listado de las instituciones más activas en cuanto a publicaciones, de la Unión. En esta parte, los documentos especiales incluyen un análisis acerca de la importancia de los Premios Nobel como indicadores de Ciencia y Tecnología.

El capítulo 6 está dedicado a la competitividad tecnológica de Europa. Los primeros indicadores dicen relación con la producción de patentes y las patentes producidas por empresas multinacionales y la relación entre patentes e investigación. La segunda sección dice relación con el comercio de productos de alta tecnología.

Una última sección dice relación con el comportamiento europeo respecto a la biotecnología y las nanotecnologías.

Se complementa esta parte con documentos especiales acerca de patentes en el sector servicios y a la relación entre ciencia y tecnología.

No hay un capítulo especialmente dedicado a las relaciones internacionales, salvo los datos de colaboración al interior de los países de la Unión y los indicadores de diferentes países para fines comparativos.

Los indicadores de internacionalización de la I+D utilizados por EUROSTAT se centran en los flujos internacionales de financiación de las actividades de I+D, la dimensión internacional en la producción y difusión de las patentes y en la movilidad de estudiantes universitarios como proceso facilitador de la futura internacionalización de las comunidades científicas de los países.

2.4. Observatoire de Sciences et de Technologies. Indicateurs de S&T. 2004.

El Informe del Observatorio Francés de Ciencia y Tecnología dedica un capítulo a Francia en el Espacio Europeo de Investigación. Incluye la participación del país en los instrumentos europeos: Contribución financiera al fondo europeo, la participación en los Programas Marco de I+D, la iniciativa Eureka, el intercambio de estudiantes entre Francia y la Unión Europea y la movilidad en el marco de los programas Erasmus y Marie Curie. Una sección de este capítulo incluye las publicaciones en colaboración entre investigadores franceses y europeos. Sigue un capítulo con datos comparativos del sistema científico de Francia, Alemania y el Reino Unido.

Un tercer capítulo analiza la participación de Francia en el espacio internacional de la ciencia y la tecnología. Incluye datos comparativos de inversión y de producción tecnológica: estudiantes extranjeros en programas de DEA y DESS, por regiones. Una sección del capítulo está especialmente dedicada a la participación de Francia en redes internacionales de investigación académica definida a través de indicadores tales como: estudiantes extranjeros a nivel doctorado en Francia y de estudiantes de doctorado franceses en el extranjero, copublicaciones francesas con investigadores extranjeros, según zonas geográficas y disciplinas, e identificación de los principales socios en investigación, según disciplinas.

Incluye además un capítulo acerca de la posición de Francia en el mundo en el área de la Biotecnología, basado en el análisis de las patentes francesas en Europa y el Mundo.

El informe anual, dedica además una segunda parte del documento al espacio Europeo de investigación. Con secciones tradicionales como gasto en I+D, usando los indicadores de la OCDE, agregando indicadores acerca de los gastos comunitarios en I+D. Se analizan los programas marco de I+D y la iniciativa Eureka. Un segundo capítulo está dedicado al potencial científico de la Unión, en cuanto a estudiantes de doctorado, número de investigadores y personal dedicado a I+D. Un tercer capítulo está dedicado a la producción científica medida en publicaciones científicas y las co-autorías. La producción tecnológica está medida por las patentes producidas. Una última parte incluye una comparación de los datos europeos con datos similares de Estados Unidos y Japón

Los enfoques de la mayoría de las organizaciones que se han descrito enfatizan los aspectos de la internacionalización más centrados en la proyección internacional de las actividades de I+D y en las comparaciones internacionales de determinados indicadores. Estos enfoques no son suficientes para comprender y medir los procesos de internacionalización en países de menor desarrollo científico, como la mayoría de los países de la RICYT, donde los procesos de internacionalización al interior de sus SCT requieren un mejor conocimiento y medios para medirlos, tanto para poder elaborar políticas para su fomento, como para evaluar sus impactos.

2.5. Referencias.

European Comisión. Third European Report on Science & Technology Indicators. 2003 Directorate-General for Research.

EUROSTAT (2005) Informe sobre Internacionalización de la I+D.

National Science Foundation. Science and Engineering Indicators. 2004. Washington.

OECD. Measuring Globalisation. OECD Handbook on Economic Globalisation Indicators. 2005. París.

Observatoire des Sciences et des Technologies. Indicateurs de Sciences et de Technologies. 2004. OST. Economica. París.

OECD y Comisión Europea (2005) "Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación". 3ª edición. Tragsa. <http://www.tragsa.es>

Jaramillo, H, Lugones, G. y Salazar, M. (2001) "Manual de Bogotá. Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe". OEA / RICYT / COLCIENCIAS.

OECD (1975) "Manual de Frascati: Medida de las actividades científicas y tecnológicas". Paris.

RICYT (2006) "El Estado de la Ciencia: Principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos. Buenos Aires.

CAPITULO 3. EL ENFOQUE RICYT PARA EL DISEÑO DE INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.

3.1. Características del enfoque RICYT.

El enfoque de la RICYT para el diseño de los indicadores de la internacionalización de la ciencia y la tecnología se caracteriza por entender la internacionalización como un *proceso dual* mediante el cual la dimensión internacional se incorpora y expresa al interior de los SCT 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 SCT, 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 han analizado en el anterior capítulo.

La segunda característica de la RICYT es el enfoque *sistémico*. El diseño de los indicadores se basa en el análisis de la expresión de la dimensión internacional en un SCT 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 los 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 tiene 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.

3.2. Metodología para el diseño de los indicadores de internacionalización.

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.
- Primer Taller de expertos¹ 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.
- Constitución de un grupo de trabajo² para elaborar el pre-manual de indicadores de la RICYT.
- Segundo Taller de expertos³ para analizar el pre-manual y definir los aspectos relacionados con la aplicación de los indicadores 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.

Los trabajos realizados en el I Taller se centraron en analizar las diferentes modalidades de expresión de la dimensión internacional en los componentes estructurales y funcionales de un SCT, así como las modalidades de la proyección internacional de los resultados y productos de la investigación e innovación desde una visión sistémica. Los componentes y elementos analizados fueron los descritos en la Tabla 1 de este Manual.

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 medida de la internacionalización y el diseño de un sistema de indicadores. En algunos casos existe ya información de base pero en la mayoría se requieren estudios adicionales para mejorar la caracterización de la expresión de la internacionalización y para definir la naturaleza de los indicadores.

¹ . Los participantes al Taller fueron: Mario Albornoz (Argentina), Alberto Cabezas (Chile), Alvaro 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 ha estado formado por: Carlos Bianco (Argentina), Alvaro Campo Cabal (Colombia), Rafael Correa (Chile), Anna María Prat (Chile) y Jesús Sebastián (España)

³ Los participantes en el II 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), Ingelore Scheunemann de Souza (Brasil) y Jesús Sebastián (España)

En el Taller se realizó un ejercicio preliminar de caracterización aplicando tres criterios:

- *Relevancia* de la dimensión internacional: Se trata de valorar la importancia del componente para medir la internacionalización.
- *Viabilidad*. Se trata de valorar la existencia de una clara caracterización de la dimensión internacional y de información de base para poder medirla.
- *Utilidad*. Se trata de valorar la utilidad del posible/s indicador/es relacionados con los componentes para medir la internacionalización.

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.

De acuerdo con los resultados del I Taller, el grupo de trabajo se ha centrado en desarrollar una agenda que incluye los siguientes elementos con el objetivo de definir los indicadores. La Tabla 5 muestra el contenido de la agenda de trabajo.

TABLA 5. MARCO GENERAL PARA LA ELABORACIÓN DE INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN.	
COMPONENTE	ELEMENTOS
Instrumentos para la internacionalización	*Iniciativas para la internacionalización, incluyendo Convenios y Acuerdos. *Instrumentos operativos, incluyendo programas de fomento. *Recursos financieros nacionales y flujos financieros relacionados con actividades internacionales de I+D
Actividades de Investigación y desarrollo tecnológico	*Flujos, formación y movilidad de los recursos humanos. *Participación en Programas, Proyectos, Grupos, Redes, Consorcios y Contratos internacionales. *Comités internacionales, Procesos de Evaluación, Edición de publicaciones, Sociedades, Academias.
Resultados de la Investigación y el desarrollo tecnológico	*Publicaciones *Patentes *Empresas de base tecnológica *Exportaciones de bienes y servicios con componentes de alta tecnología (balanza tecnológica)

	*Acreditación y certificación. *Premios y liderazgos internacionales
--	---

El Grupo de trabajo trabajando en red y en dos reuniones en Chile definió los indicadores en cada uno de los componentes y elementos, dando lugar a un borrador de Manual.

El segundo 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.

3.3. Utilidad de los indicadores de internacionalización.

El diseño de un sistema de indicadores de internacionalización por la RICYT se plantea no solamente como un ejercicio que complemente las diferentes familias de indicadores incluidos en la Red, sino que tenga utilidad para los países desde cinco perspectivas:

- Sensibilizar a los países sobre las oportunidades y características de la internacionalización de la ciencia y la tecnología.
- Facilitar la autoevaluación del grado de internacionalización de la ciencia y tecnología a nivel institucional y de país.
- Caracterizar el estado de la internacionalización de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología, mostrando sus fortalezas y debilidades con relación a la dimensión internacional.
- Facilitar la elaboración, seguimiento y evaluación de políticas explícitas de fomento de la internacionalización
- Permitir estudios comparativos entre países.
- Facilitar el diseño e implementación de estrategias y programas multilaterales de fomento de la cooperación internacional.

Si bien la RICYT pretende que la aplicación de los indicadores se realice a nivel de los países, se ha contemplado que además de los indicadores seleccionados que se proponen para este fin, se describan familias de indicadores que puedan utilizarse en procesos de autoevaluación del grado de internacionalización tanto de los países como de los organismos de investigación e instituciones de educación superior. La relación de indicadores se ofrece como listas de chequeo para orientar estos procesos.

3.4. Lógica general del Manual.

Con el propósito de facilitar la comprensión del contenido de este Manual, especialmente del capítulo siguiente sobre la caracterización de los indicadores que se proponen, se recapitula en esta sección la lógica general que ha guiado la elaboración del Manual.

1. Identificación de las expresiones de la dimensión internacional en los componentes del SCT:
 - I Componente político: Marcos regulatorios y Políticas de fomento de la I+D
 - II Componente institucional: Instituciones públicas y privadas, Comunidad científica.
 - III Componente financiero: recursos y flujos de financiación de la I+D
 - IV Instrumentos operativos: planes y programas de I+D
 - V Actividades de I+D
 - VI Resultados y productos de la I+D
2. Selección de los componentes y elementos del SCT para el diseño de indicadores y caracterización de los mismos:

Componentes del SCT	Elementos del SCT	Número Indicadores propuestos
Políticas e Instrumentos para la internacionalización	Políticas para la internacionalización, incluyendo Convenios	25 Tablas 6 y 7
	Instrumentos operativos, incluyendo programas de fomento	
	Recursos financieros nacionales y flujos internacionales en la I+D	
Actividades de I+D	Formación, Flujos y Movilidad de los Recursos Humanos	53 Tablas 8 - 11
	Programas y Proyectos	
	Redes y Consorcios	
	Infraestructuras y Centros Internacionales	
Resultados y Productos de las actividades de I+D	Producción científica: publicaciones	59 Tablas 12 - 17
	Patentes	
	Empresas de base tecnológica	
	Exportaciones de bienes y servicios con alta tecnología	
	Acreditación y certificación	
	Premios y liderazgos científicos	

3. Información sobre los indicadores.

El capítulo 4 del Manual ofrece la información sobre los indicadores de cada uno de los componentes y elementos que figuran en el punto anterior. Para cada indicador se señala lo siguiente:

- Descripción del indicador.
- Información necesaria para su implementación.
- Criterio de internacionalización aplicable al indicador de entre los siguientes: Intensidad; Concentración, Género, Liderazgo, Dependencia, Atracción, Diversidad temática y geográfica, Visibilidad, Simetría, Impacto, Asociabilidad.
- Formulación técnica del indicador con su adscripción a los criterios de internacionalización: ver las tablas

4. Aplicación de los Indicadores.

- Autoevaluación de la internacionalización de un país o una institución de I+D: Se ofrece, como una guía para la autoevaluación, un menú de 137 indicadores clasificados por criterios para caracterizar el grado y modelo de internacionalización (Tabla 19).
- Medición y comparación del grado de internacionalización de los países miembros de la RICYT: Se ofrece una lista larga de 22 indicadores (Tabla 21) y una lista corta: 7 Indicadores (Tabla 22)

CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.

En este capítulo se proponen familias de indicadores correspondientes a los tres componentes seleccionados:

- Políticas para el fomento de la internacionalización de la I+D
- Actividades de I+D
- Resultados de las actividades de I+D.

4.1 Políticas para el fomento de la internacionalización de la I+D.

Si bien los procesos de internacionalización del SCT se pueden producir de manera espontánea por la propia iniciativa de los actores de este Sistema, estos procesos se ven favorecidos y acelerados por políticas explícitas que tienen como objetivo la incorporación de la dimensión internacional al interior de los sistemas científico-técnicos como vía para mejorar su calidad y pertinencia, así como favorecer la proyección internacional de los resultados y productos de las actividades de investigación.

En este apartado se propone una familia de indicadores que trata de medir el papel de las políticas públicas en el fomento de la internacionalización del SCT. Se consideran tanto las políticas nacionales que movilizan recursos económicos propios y captados del exterior, como las que se expresan a través de Acuerdos, Convenios y Programas de carácter bilateral y multilateral, instrumentos formales que propician la cooperación internacional y la cofinanciación de actividades que contribuyen a la internacionalización de los actores y actividades del SCT.

El diseño de la familia de indicadores que se proponen responde a una serie de criterios que ofrecen diferente tipo de información y orientan sobre la interpretación de los mismos. Los criterios que se han manejado en la sección 4.1 son:

- *Intensidad.* Se relaciona con la cantidad de recursos nacionales que se dedican a financiar políticas de internacionalización.
- *Dependencia.* Se relaciona con el grado de autonomía o dependencia de los recursos externos para financiar las políticas de internacionalización. Se relaciona con el criterio de simetría.
- *Impacto.* Se relaciona con el impacto de los acuerdos internacionales en las políticas de internacionalización del SCT.
- *Diversificación geográfica.* Se relaciona con el número de países con los que se suscriben acuerdos internacionales de I+D.
- *Diversificación temática.* Se relaciona con la diversidad de ámbitos temáticos de investigación que se contemplan en los acuerdos internacionales de I+D.

- *Simetría.* Se relaciona con el balance entre el esfuerzo nacional y los recursos captados del exterior en el marco de los acuerdos internacionales de I+D. Se relaciona con el criterio de dependencia.
- *Concentración.* Se relaciona con la distribución geográfica de los recursos económicos movilizados en los Acuerdos internacionales de I+D.
- *Atracción.* Se relaciona con la capacidad del país para captar recursos externos para I+D, incluyendo inversiones extranjeras directas.

4.1.1. Políticas explícitas nacionales para el fomento de la internacionalización.

Por políticas explícitas de fomento de la internacionalización se entienden aquellas que tienen como objetivo propiciar la dimensión internacional en los componentes institucionales y funcionales del SCT.

Los indicadores cuantitativos que se proponen se basan en los recursos económicos nacionales y externos implicados en estas políticas. La lógica de la propuesta se fundamenta en que la expresión económica determina la importancia de las políticas de fomento, si bien se reconoce que existen medidas complementarias a las económicas que pueden también fomentar los procesos de internacionalización. Se proponen cuatro indicadores:

1. El gasto nacional implicado en el fomento de la dimensión internacional en los SCT respecto al gasto nacional en I+D, excluyendo el proveniente de fuentes externas, ofrece información sobre el peso del fomento de la internacionalización en el conjunto de las políticas científicas nacionales.
2. El gasto financiado por fuentes externas no reembolsables para acciones en el SCT nacional respecto al gasto nacional en I+D ofrece información sobre la capacidad de captación por el país de financiación externa para I+D y sobre la dependencia del país de fuentes externas para la financiación de la I+D nacional.
3. El gasto financiado por fuentes externas no reembolsables para acciones en el SCT nacional respecto al gasto nacional en acciones con una dimensión internacional expresa el grado de dependencia exterior en el esfuerzo de financiación de la internacionalización de la I+D del país.
4. El gasto total procedente de recursos nacionales y de fuentes externas para acciones con una dimensión internacional respecto al gasto total en I+D del país expresa el peso de las políticas de fomento de la internacionalización.

Las cifras de gasto en el fomento de la internacionalización se pueden desagregar en función de la tipología de los principales componentes, como son la formación y movilidad internacional de los recursos humanos y las actividades conjuntas de I+D con una dimensión internacional.

Con relación a las políticas de fomento de la internacionalización en la formación de investigadores se proponen tres indicadores.

1. El gasto nacional en formación de doctores en el exterior respecto al total del gasto nacional dedicado al fomento de la dimensión internacional en los SCT expresa el peso de la formación de recursos humanos en el exterior en las políticas de fomento de la internacionalización.
2. El gasto nacional en formación de doctores en el exterior respecto al gasto nacional dedicado a la formación de doctores informa sobre el peso del fomento de la dimensión internacional en la formación de los investigadores del país.
3. El gasto financiado por fuentes externas no reembolsables para la formación de doctores respecto al gasto nacional para este fin expresa el peso de la cooperación internacional en la formación de investigadores.

La utilidad del gasto en la formación de investigadores en el exterior suele estar asociada con la capacidad de incorporación de estos investigadores en los SCT nacionales. El siguiente indicador está relacionado con las políticas de fomento del retorno de los investigadores.

1. El gasto nacional en el fomento del retorno de los investigadores formados en el exterior respecto al gasto total (nacional y de fuentes externas) en la formación de doctores en el exterior ofrece información sobre el equilibrio entre los dos componentes, la formación y la reincorporación.

Respecto a la movilidad internacional de investigadores se propone el siguiente indicador.

1. El gasto total (nacional y de fuentes externas) en el fomento de la movilidad, tanto al exterior de investigadores nacionales como al país de investigadores extranjeros, respecto al gasto total en el fomento de la dimensión internacional en el SCT ofrece información sobre el peso de la movilidad internacional en el conjunto de las políticas nacionales de fomento de la internacionalización.

La políticas nacionales de fomento de la dimensión internacional en los proyectos de I+D se proponen medir a través de cuatro indicadores.

1. El gasto nacional en el fomento de proyectos de I+D con una dimensión internacional respecto al total del gasto nacional dedicado al fomento de

la dimensión internacional en el SCT expresa el peso de la investigación conjunta en las políticas de fomento de la internacionalización.

2. El gasto nacional en el fomento de proyectos de I+D con una dimensión internacional respecto al gasto nacional dedicado al fomento de los proyectos de investigación ofrece información sobre el peso de la investigación conjunta en las políticas de fomento de la internacionalización en la ejecución de proyectos de investigación.
3. El gasto financiado por fuentes externas no reembolsables para la financiación de proyectos de I+D respecto al gasto nacional para este fin expresa el peso de la cooperación internacional en la ejecución de proyectos de I+D.
4. El gasto nacional en el pago de cuotas para la participación del país en organizaciones, programas, consorcios y redes internacionales respecto al total del gasto dedicado al fomento de la dimensión internacional en el SCT expresa el peso de las políticas de fomento de la internacionalización a través de esquemas de colaboración internacional.

El conjunto de indicadores propuestos relacionados con recursos humanos y proyectos conjuntos de I+D se pueden acompañar con otros en los que se relaciona el gasto en la formación de investigadores en el exterior, la ejecución de proyectos conjuntos de I+D y las cuotas internacionales con el total del gasto público nacional en I+D. Estos indicadores complementan al primero de los propuestos y ofrecen información sobre el peso de las diferentes políticas de fomento de la internacionalización en el conjunto de la política científica nacional.

Dentro del apartado de políticas nacionales de fomento cabe señalar aquellas que tienen como objetivo la captación de inversión extranjera directa para actividades de I+D. Se propone un indicador para medir la eficacia de estas políticas.

1. El gasto en I+D proveniente de inversión extranjera directa respecto al total del gasto en I+D del país ofrece información sobre el peso de la inversión extranjera directa en la I+D nacional.

La aplicación de los catorce indicadores de esta sección requiere tener la información sobre los siguientes parámetros:

- *Gasto nacional para el fomento de la dimensión internacional en el SCT.* Este parámetro se refiere a la financiación con recursos nacionales del conjunto de actividades que tienen una dimensión internacional. El dato no suele estar disponible y requiere desagregar de las diferentes partidas de gasto de I+D las que se relacionan con alguna dimensión internacional. La determinación del dato es fundamental para la aplicación de los indicadores que se proponen puesto que da la medida del esfuerzo nacional para la internacionalización del SCT. Cada país,

dependiendo de su sistema de contabilidad nacional de los gastos en I+D deberá elaborar la metodología específica para la obtención de la cifra correspondiente. Este ejercicio puede ser relevante para introducir el componente de internacionalización en las estadísticas nacionales de I+D.

- *Gasto nacional en I+D.* Se refiere solamente a los recursos nacionales sin computar los recursos obtenidos de fuentes externas. Este parámetro está disponible en todos los países y se relaciona con el indicador correspondiente del Manual de Frascati.
- *Gasto procedente de fuentes externas no reembolsables para acciones en el SCT.* Se refiere al total de recursos captados del exterior para la ejecución de acciones relacionadas con el SCT nacional. En general este parámetro está disponible en los países puesto que forma parte del indicador del gasto total en I+D del Manual de Frascati.
- *Gasto total en I+D.* Se refiere a la suma del gasto con recursos nacionales y el gasto proveniente de fuentes externas no reembolsables.
- *Gasto nacional en la formación de doctores en el exterior.* Se refiere a los recursos nacionales dedicados a este fin y es uno de los componentes del gasto nacional para el fomento de la dimensión internacional en el SCT señalado en el primer punto.
- *Gasto nacional en la formación de doctores.* Se refiere al gasto nacional que se dedica a la formación de doctores, tanto en el país como en el exterior.
- *Gasto en la formación de doctores con financiación de fuentes externas.* Se refiere a los recursos captados del exterior para la formación de doctores, tanto en el país como en el exterior
- *Gasto total en la formación de doctores en el exterior.* Se refiere a la suma de los recursos nacionales y de fuentes externas dedicados a la financiación de la formación de doctores en el exterior.
- *Gasto nacional para el retorno de investigadores formados en el exterior.* Se refiere al gasto con recursos nacionales para financiar la reincorporación al país de investigadores formados en el exterior.
- *Gasto total para financiar la movilidad internacional de investigadores.* Se refiere al gasto nacional y de fuentes externas dedicados a financiar la movilidad de investigadores del país al exterior y de investigadores extranjeros al país.
- *Gasto nacional en el fomento de proyectos de I+D con una dimensión internacional.* Se refiere a los recursos nacionales dedicados a este fin y es uno de los componentes del gasto nacional para el fomento de la dimensión internacional en el SCT señalado en el primer punto.

- *Gasto nacional en el fomento de proyectos de I+D.* Se refiere al gasto con recursos nacionales para financiar proyectos de I+D
- *Gasto en proyectos de I+D con recursos de fuentes externas.* Se refiere a los recursos captados del exterior para la ejecución de proyectos de I+D.
- *Gasto nacional para el pago de cuotas internacionales.* Se refiere al gasto del país dedicado al pago de cuotas en Organizaciones, Programas, Consorcios y Redes internacionales relacionadas con la I+D. Es uno de los componentes del gasto nacional para el fomento de la dimensión internacional en el SCT señalado en el primer punto.
- *Recursos financieros captados a través de Inversión Extranjera Directa para actividades de I+D.*

La Tabla 6 muestra un resumen de los indicadores que se proponen en el apartado del fomento de la internacionalización en las políticas nacionales de I+D.

TABLA 6. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN RELACIONADOS CON LAS POLÍTICAS DE FOMENTO DE LA I+D		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Financiación de las políticas de I+D.	Intensidad	Porcentaje del gasto nacional en I+D asignado a acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto nacional en I+D.
		Porcentaje del gasto procedente de los recursos nacionales y de las fuentes externas en acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto en I+D.
	Dependencia	Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables en acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto nacional en I+D.
		Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables en acciones con una dimensión internacional respecto al gasto nacional dedicado a estos fines.
Financiación de la Formación y Movilidad de los Recursos Humanos en I+D		Porcentaje del gasto nacional en formación de doctores en el exterior respecto al gasto total nacional dedicado al fomento de la dimensión internacional en los SCT
		Porcentaje del gasto público nacional en formación de doctores en el exterior respecto al gasto nacional dedicado a la formación de doctores
		Porcentaje del gasto nacional en el fomento del retorno de los investigadores formados en el exterior respecto al gasto total (nacional y de fuentes externas) en la formación de doctores en el exterior

	Intensidad	Porcentaje del gasto total (nacional y de fuentes externas) para el fomento de la movilidad, tanto al exterior de investigadores nacionales como al país de investigadores extranjeros, respecto al gasto total en el fomento de la dimensión internacional en el SCT.
	Dependencia	Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables para la formación de doctores respecto al gasto nacional para este fin.
Financiación de las actividades de I+D.	Intensidad	Porcentaje del gasto nacional en el fomento de proyectos de I+D con una dimensión internacional respecto al total del gasto nacional dedicado al fomento de la dimensión internacional en el SCT.
		Porcentaje del gasto nacional en el fomento de proyectos de I+D con una dimensión internacional respecto al gasto nacional dedicado al fomento de los proyectos de investigación.
		Porcentaje del gasto nacional en el pago de cuotas para la participación del país en organizaciones, programas, consorcios y redes internacionales respecto al total del gasto dedicado al fomento de la dimensión internacional en el SCT.
	Dependencia	Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables para la financiación de proyectos de I+D respecto al gasto nacional para este fin.
Captación de inversión extranjera para I+D	Atracción	Porcentaje de la inversión extranjera directa en actividades de I+D respecto al total del gasto nacional en I+D.

4.1.2. Políticas instrumentalizadas a través de Acuerdos y Convenios internacionales.

Los Acuerdos y Convenios internacionales son instrumentos generalizados en el ámbito de la I+D como vía de acceso a la colaboración bilateral y a la participación en iniciativas multilaterales. Frecuentemente constituyen también un vehículo para canalizar recursos externos para la financiación de actividades nacionales, aspecto que se ha contemplado en el apartado anterior.

El impacto de los Acuerdos y Convenios como instrumentos para la internacionalización está muy relacionado con la concreción de los objetivos y el compromiso financiero y organizativo de los países que los suscriben, aspectos que frecuentemente no se cumplen, por lo que estos instrumentos carecen de eficacia.

La tipología de Acuerdos y Convenios internacionales en el ámbito de la I+D es muy variada. En los esquemas intergubernamentales, multilaterales y de integración, los acuerdos se corresponden a los consensos por mínimos denominadores comunes que satisfacen a los diferentes países participantes, en tanto que en los acuerdos binacionales las complementariedades se negocian maximizando las ventajas que cada uno puede aportar, razón por la

que conviene diferenciarlos, si bien se pueden incorporar ambos bajo la denominación amplia de acuerdos intergubernamentales, como se hace en lo sucesivo.

Por otra parte, cada entorno del SCT cuenta con una serie de instituciones, públicas o privadas, que tienen o acuerdan convenios (individualmente o en asociación con otras instituciones nacionales del SCT) con instituciones extranjeras. Tanto en los acuerdos intergubernamentales como en los convenios interinstitucionales de carácter internacional, se suelen negociar diversos tipos de acciones que involucran y comprometen a las partes.

Con objeto de facilitar la propuesta e implementación de indicadores, se ha optado por contemplar únicamente los Acuerdos y Convenios intergubernamentales que tengan algún componente relacionado con la I+D. Estos instrumentos constituyen, a su vez, la expresión de políticas públicas, ámbito que se está considerando en este apartado del Manual.

Si bien no se consideran los Convenios interinstitucionales, por ejemplo los suscritos por Universidades, los indicadores que se proponen se pueden adaptar para su aplicación a un nivel institucional.

En este Manual se consideran los Acuerdos intergubernamentales de carácter multilateral, incluyendo los acuerdos políticos de integración, y los acuerdos binacionales suscritos por el país, que incorporen con compromisos explícitos el fomento y la cooperación internacional para acciones de I+D y que cuenten con recursos asignados y ejecutados. Señalamos que en estos acuerdos se han de considerar los suscritos por los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología, como Organismos gubernamentales.

Se proponen los siguientes once indicadores referidos a los acuerdos intergubernamentales suscritos por el país con acciones en I+D y con recursos asignados y ejecutados.

1. El gasto nacional en el marco de acuerdos intergubernamentales con acciones de I+D respecto al número total acuerdos intergubernamentales suscritos, ofrece información sobre el esfuerzo promedio dedicado a los acuerdos suscritos y enfatiza el peso de la calidad de los acuerdos frente a la cantidad de los mismos.
2. El gasto nacional en el marco de acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto nacional en el fomento de la dimensión internacional del SCT ofrece información sobre el peso del esfuerzo nacional aplicados a los acuerdos internacionales en las políticas de internacionalización de la I+D.
3. El gasto de recursos externos en acciones nacionales de I+D procedentes de los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al número total de acuerdos suscritos ofrece información sobre el promedio de captación de recursos y la rentabilidad de los convenios.

4. El gasto de recursos externos en acciones nacionales de I+D procedentes de los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto del país en el fomento de la dimensión internacional del SCT ofrece información sobre el peso de los recursos externos provenientes de acuerdos en el fomento de la internacionalización del SCT nacional.
5. El gasto nacional y de recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al total de acuerdos suscritos ofrece información sobre el promedio de recursos movilizados en el marco de los acuerdos.
6. El gasto nacional en el marco de acuerdos intergubernamentales suscritos respecto a los recursos externos captados aplicados a acciones nacionales de I+D informa sobre la simetría en la balanza económica de los convenios.
7. El gasto nacional y de recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto del país en el fomento de la dimensión internacional del SCT ofrece información sobre el peso de los acuerdos internacionales en las políticas de internacionalización de la I+D.
8. El gasto nacional y de recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto total del país en I+D ofrece información sobre el peso de los acuerdos en el total del gasto público en I+D del país.
9. La distribución entre países de los convenios suscritos diferenciado los bilaterales y los multilaterales ofrece información sobre la diversificación y prioridades geográficas de los convenios, permitiendo caracterizar las frecuencias de las relaciones que tiene el país del tipo sur-norte, sur-sur, entre otros, y en general las densidades de relaciones con diferentes países.
10. La distribución entre países de los recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en el marco de los acuerdos intergubernamentales suscritos informa sobre la diversificación geográfica y el peso de los países contraparte en la financiación de acciones de internacionalización.
11. La distribución por campos temáticos de los acuerdos intergubernamentales suscritos por el país que contienen acciones en I+D, considerando para ello la taxonomía de campos temáticos de la RICYT, ofrece información sobre la diversificación y prioridades temáticas en la política nacional para la suscripción de acuerdos.

La aplicación de estos indicadores requiere tener la información sobre los siguientes parámetros:

- *Gasto nacional en el marco de acuerdos intergubernamentales con acciones de I+D.* Se refiere al total de recursos públicos nacionales gastados para la ejecución de los acuerdos suscritos. Es uno de los componentes del gasto nacional para el fomento de la dimensión internacional en el SCT señalado en el primer punto.
- *Número total acuerdos intergubernamentales suscritos.* Se refiere al total de acuerdos suscritos que estén activos en el año en que se aplica el indicador.
- *Gasto nacional en el fomento de la dimensión internacional del SCT.* Este parámetro ya ha sido considerado en el apartado 4.1.1.
- *Recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos.* Se refiere al total de recursos externos provenientes de los países contrapartes de los convenios que se han aplicado a financiar actividades de I+D en el país.
- *Gasto total del país en I+D.* Este parámetro ya ha sido considerado en el apartado 4.1.1.
- *Número de acuerdos por países.* Se refiere a la desagregación del número total de acuerdos entre los países contrapartes, clasificándose independientemente los acuerdos bilaterales y los multilaterales.
- *Distribución entre países contraparte de los recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en el marco de los acuerdos intergubernamentales suscritos.* Se refiere a la desagregación del total de recursos externos captados a través de los acuerdos entre los países contraparte.
- *Distribución por campos temáticos de los acuerdos intergubernamentales suscritos.* Se refiere a la desagregación del número total de acuerdos entre los diferentes campos temáticos definidos por la RICYT.

La Tabla 7 muestra un resumen de los indicadores que se proponen en el apartado de las políticas de internacionalización instrumentalizadas por acuerdos y convenios internacionales.

TABLA 7. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN RELACIONADOS CON LOS ACUERDOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADOR
acuerdos y convenios intergubernamentales	Intensidad	Porcentaje del gasto nacional dedicado a los acuerdos intergubernamentales suscritos con acciones de I+D respecto al número total de estos acuerdos.
		Porcentaje del total del gasto nacional y de los recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al total de acuerdos suscritos
		Porcentaje del total del gasto nacional y de los recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto total del país en I+D.
		Porcentaje del gasto nacional dedicado a los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto nacional en el fomento de la dimensión internacional del SCT.
		Porcentaje de los recursos externos aplicados a acciones de I+D nacionales procedentes de acuerdos intergubernamentales respecto al gasto del país en el fomento de la dimensión internacional del SCT
		Porcentaje del total del gasto nacional y de los recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto del país en el fomento de la dimensión internacional del SCT.
	Atracción	Porcentaje de los recursos externos aplicados a acciones nacionales de I+D procedentes de los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al número total de acuerdos suscritos.
	Simetría	Porcentaje del gasto nacional en el marco de acuerdos intergubernamentales suscritos respecto a los recursos externos captados aplicados a acciones nacionales de I+D.
	Diversificación geográfica	Porcentaje del número de acuerdos con cada país contraparte respecto al total del número de acuerdos bilaterales y multilaterales.
	Concentración	Porcentaje de recursos externos captados de cada país contraparte respecto al total de recursos captados a través de los acuerdos.
	Diversificación temática	Porcentaje de acuerdos intergubernamentales en los campos temáticos respecto al número total de acuerdos.

4.2. Actividades de Investigación y Desarrollo tecnológico.

La dimensión internacional tiene múltiples expresiones en el conjunto de actividades de I+D y su medición plantea la necesidad de seleccionar las que pueden ser más relevantes para conocer el grado de internacionalización del SCT.

Los criterios utilizados para el diseño de los indicadores son los siguientes:

- *Intensidad.* Se relaciona con el grado de presencia de la dimensión internacional de las actividades de I+D.
- *Diversificación geográfica.* Se relaciona con el número de países con los que se mantienen colaboraciones internacionales en las actividades de I+D y el grado de concentración de las mismas.
- *Diversificación temática.* Se relaciona con la dispersión / concentración de ámbitos temáticos en los que se mantienen colaboraciones internacionales en las actividades de I+D y el grado de especialización de las mismas.
- *Género.* Se relaciona con el equilibrio de género en las participaciones nacionales en la colaboración internacional en actividades de I+D.
- *Simetría.* Se relaciona con el equilibrio entre la participación nacional y extranjera en las colaboraciones internacionales en actividades de I+D.
- *Concentración.* Se refiere a la concentración entre la comunidad científica nacional de los participantes en las colaboraciones internacionales en actividades de I+D.
- *Asociabilidad.* Se refiere al grado de multilateralidad en las colaboraciones internacionales en actividades de I+D.
- *Liderazgo.* Se relaciona con el grado de participación de investigadores nacionales en la dirección y coordinación de las actividades internacionales de I+D.
- *Atracción.* Se relaciona con la capacidad del país para captar la atención de investigadores extranjeros en actividades de I+D.
- *Impacto.* Se relaciona con las consecuencias de la movilidad sobre la pérdida de investigadores nacionales para ocupar puestos de trabajo permanentes en el extranjero.

En este apartado se han seleccionado las siguientes modalidades de actividades de I+D:

- Formación y movilidad de investigadores
- Proyectos conjuntos de I+D

- Redes y consorcios internacionales de I+D
- Infraestructuras y Centros internacionales de I+D

4.2.1. Formación y movilidad de investigadores.

La dimensión internacional en la formación de los investigadores está muy generalizada en la mayoría de los países tanto a nivel doctoral como postdoctoral. La dependencia de la formación en el exterior se acentúa en los países que tienen menores capacidades científicas.

La movilidad de los investigadores es, así mismo, una práctica habitual en las comunidades científicas, siendo la movilidad internacional crecientemente importante como consecuencia de la progresiva internacionalización de los modos de producción del conocimiento.

Se propone una familia de doce indicadores que tratan de medir la dimensión internacional en algunas de las actividades relacionadas con la formación y movilidad de los investigadores.

1. Los investigadores con grado de doctor obtenido en el extranjero respecto al número total de investigadores informan sobre el grado de internacionalización de la formación de la comunidad científica nacional.
2. La distribución entre mujeres y hombres de los investigadores con grado de doctor obtenido en el extranjero muestra al equilibrio de género en la comunidad científica del país que han obtenido su doctorado en el exterior.
3. La distribución de los investigadores con doctorados obtenidos en el exterior entre los países que han concedido los títulos muestra la diversificación geográfica en la formación de investigadores en el exterior.
4. La distribución de los investigadores con doctorados obtenidos en el exterior por campos temáticos muestra la diversificación temática en la formación de investigadores en el exterior.
5. Los graduados que han obtenido sus doctorados en el exterior respecto al número de graduados que han obtenido sus títulos de doctor en el país en un año determinado muestran el peso de la formación de investigadores en el exterior en la comunidad científica nacional.
6. La distribución entre mujeres y hombres de los graduados que han obtenido sus doctorados en el exterior en un año de referencia muestra el equilibrio de género entre los graduados del país que han obtenido sus títulos de doctor en el exterior en un año determinado.
7. Los graduados extranjeros que han obtenido el título de doctor en el país respecto al total de graduados que han obtenido el título de doctor en el

país en un año de referencia señalan el grado de atracción internacional del país para la formación de investigadores.

8. Los programas de doctorado nacionales que se implementan en colaboración con universidades extranjeras respecto al total de la oferta de programas de doctorado señalan las posibilidades de recibir en el país una formación con dimensión internacional en el propio país y la intensidad de la internacionalización de los programas.
9. Los investigadores extranjeros que trabajan de forma estable en el país respecto al número total de investigadores muestran el grado de internacionalización de la comunidad científica nacional.
10. Los investigadores nacionales que trabajan de forma estable en el extranjero respecto al número total de investigadores informan sobre la emigración internacional de los investigadores del país.
11. Los investigadores nacionales con pasantías de más de tres meses en el exterior respecto al número total de investigadores en el año de referencia señala el grado de movilidad internacional de los investigadores del país.
12. Los investigadores extranjeros con pasantías de más de tres meses en el país respecto al número total de investigadores en el año de referencia señala el grado de atracción internacional del país para los investigadores extranjeros.

La aplicación de estos indicadores requiere tener la información sobre los siguientes parámetros:

- *Número de investigadores con grado de doctor obtenido en el extranjero.* Se refiere al total de investigadores de la comunidad científica del país que han obtenido su doctorado en el exterior.
- *Distribución entre mujeres y hombres de los investigadores con grado de doctor obtenido en el extranjero.* Se refiere al total de mujeres y hombre de la comunidad científica del país que han obtenido su doctorado en el exterior.
- *Número total de investigadores del país.* Se refiere al total de investigadores de la comunidad científica del país. Este parámetro es uno de los indicadores del Manual de Frascati.
- *Distribución de los investigadores con doctorados obtenidos en el exterior entre los países que han concedido los títulos.* Se trata de desagregar el número de estos investigadores entre los países extranjeros que concedieron los títulos.

- *Distribución de los investigadores con doctorados obtenidos en el exterior por campos temáticos.* Se trata de desagregar el número de estos investigadores entre los campos temáticos definidos por la RICYT.
- *Número de graduados que han obtenido sus doctorados en el exterior en un año de referencia.* Se refiere al total de graduados del país que han obtenido sus títulos de doctor en el exterior en un año determinado.
- *Número de graduados que han obtenido sus títulos de doctor en el país en un año de referencia.* Se refiere al total de graduados del país que han obtenido sus títulos de doctor en su propio país en un año determinado.
- *Distribución entre mujeres y hombres de los graduados que han obtenido sus doctorados en el exterior en un año de referencia.* Se refiere al total de mujeres y hombres entre los graduados del país que han obtenido sus títulos de doctor en el exterior en un año determinado.
- *Número de graduados extranjeros que han obtenido el título de doctor en el país en un año de referencia.* Se refiere al total de graduados extranjeros que han obtenido sus títulos de doctor en el país en un año de referencia.
- *Número de programas de doctorado nacionales que se implementan en el país en colaboración con universidades extranjeras.* Se refiere al total de programas de doctorado que se ofertan en el país que se implementan con algún tipo de colaboración docente y de investigación con universidades extranjeras con las que hay establecidos convenios interinstitucionales.
- *Número de programas de doctorado que se imparten en el país.* Se refiere al total de programas de doctorado que se ofertan por las universidades del país.
- *Número de investigadores extranjeros que trabajan de forma estable en el país.* Se refiere al total de investigadores extranjeros que trabajan de forma estable en instituciones radicadas en el país.
- *Número de investigadores nacionales que trabajan de forma estable en el extranjero.* Se refiere al total de investigadores del país que trabajan de forma estable en instituciones radicadas en el extranjero.
- *Número de investigadores nacionales con pasantías de más de tres meses en el exterior.* Se refiere al total de investigadores que han realizado en el año de referencia pasantías en instituciones del extranjero de más de tres meses.
- *Número de investigadores extranjeros con pasantías de más de tres meses en el país.* Se refiere al total de investigadores extranjeros que

han realizado en el año de referencia pasantías en instituciones del país de más de tres meses.

La Tabla 8 muestra un resumen de los indicadores que se proponen en el apartado de internacionalización de la formación y movilidad de los investigadores.

TABLA 8. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA FORMACIÓN Y MOVILIDAD DE INVESTIGADORES		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Formación de investigadores	Intensidad	Porcentaje de investigadores con grado de doctor obtenido en el extranjero respecto al número total de investigadores del país.
		Porcentaje de graduados que han obtenido sus doctorados en el exterior respecto al número de graduados que han obtenido sus títulos de doctor en el país en un año determinado.
		Porcentaje de programas de doctorado nacionales que se imparten en el país en colaboración con universidades extranjeras respecto al total de la oferta de programas de doctorado del país.
	Diversificación geográfica	Porcentaje de investigadores con doctorados obtenidos en el exterior entre los países que han concedido los títulos.
	Diversificación temática	Porcentaje de investigadores con doctorados obtenidos en el exterior por campos temáticos.
	Atracción internacional	Porcentaje de graduados extranjeros que han obtenido el título de doctor en el país respecto al total de graduados que han obtenido el título de doctor en el país en un año de referencia.
	Género	Porcentaje de mujeres entre los investigadores de la comunidad científica nacional con grado de doctor obtenido en el extranjero
		Porcentaje de mujeres entre los graduados que han obtenido sus doctorados en el exterior en un año determinado.
Movilidad internacional de investigadores	Intensidad	Porcentaje de investigadores extranjeros que trabajan de forma estable en el país respecto al número total de investigadores del país
		Porcentaje de investigadores nacionales con pasantías de más de tres meses en el exterior respecto al número total de investigadores del país en el año de referencia
	Impacto	Porcentaje de investigadores nacionales que trabajan de forma estable en el extranjero respecto al número total de investigadores del país de origen.
	Atracción internacional	Porcentaje de investigadores extranjeros con pasantías de más de tres meses en el país respecto al número total de investigadores del país en el año de referencia

4.2.2. Proyectos conjuntos de I+D.

La ejecución de proyectos de investigación es una de las actividades más genuinas de la I+D y los proyectos conjuntos entre investigadores de varios países constituyen una de las principales expresiones de la internacionalización. Por ello, la medición de la presencia de la dimensión internacional en los proyectos de investigación de un país constituye un componente fundamental para determinar el grado de internacionalización de la investigación de ese país.

Se proponen doce indicadores para determinar la internacionalización de los proyectos de I+D.

1. El número de proyectos de I+D ejecutados conjuntamente con investigadores de otros países respecto al total de proyectos ejecutados en el país nos informa sobre el grado e intensidad de la internacionalización de los proyectos del país.
2. La distribución de los proyectos conjuntos entre los países contraparte informa sobre la diversificación y el mapa de las colaboraciones.
3. La distribución de los proyectos conjuntos entre los campos temáticos informa sobre la diversificación y mapa temático de los proyectos y sobre los campos temáticos más internacionalizados.
4. La distribución de los proyectos conjuntos entre los de carácter bilateral, trilateral y multilateral ofrece información sobre la naturaleza de las colaboraciones internacionales del país.
5. El número de investigadores nacionales participantes en proyectos conjuntos respecto al total de investigadores del país informa sobre el grado de internacionalización de la comunidad científica del país.
6. La distribución entre mujeres y hombre entre los investigadores nacionales participantes en proyectos conjuntos informa sobre el equilibrio de género en la comunidad científica nacional participante en proyectos internacionales.
7. La distribución del total de proyectos conjuntos entre los investigadores individuales nacionales participantes informa sobre el grado de concentración de las colaboraciones internacionales entre la comunidad científica.
8. La distribución del número total de investigadores participantes en los proyectos conjuntos entre investigadores nacionales y extranjeros informa sobre la simetría en la composición de los equipos de investigación de los proyectos y el peso de la participación de los investigadores del país.

9. El número de proyectos en los que investigadores del país son los Investigadores Principales o responsables respecto al total de proyectos conjuntos informa sobre el liderazgo del país en estos proyectos.
10. La distribución entre mujeres y hombres de los Investigadores Principales del total de investigadores principales del país muestra el equilibrio de género en el liderazgo de los proyectos.
11. La distribución entre las contribuciones nacionales del total de los presupuestos de los proyectos conjuntos informa sobre la simetría y el grado de cofinanciación y dependencia de la financiación externa en los proyectos conjuntos.
12. La distribución de la financiación externa de los proyectos conjuntos entre los diferentes tipos de fuentes: organismos internacionales, países extranjeros y otras, informa sobre la diversificación de las fuentes para la colaboración internacional.

La aplicación de estos indicadores requiere tener la información sobre los siguientes parámetros:

- *Número de proyectos de I+D ejecutados conjuntamente con investigadores de otros países.* Se refiere al número total de proyectos que en un año determinado están en fase de ejecución y en los que participan investigadores nacionales y de otros países. La identificación de este número puede ser complicado en el caso de no disponerse de un registro nacional. En este caso se puede aplicar la alternativa de considerar los proyectos de I+D dentro de convocatorias o programas financiados con recursos públicos nacionales y los que se ejecutan en el marco de acuerdos o programas internacionales.
- *Número total de proyectos de I+D ejecutados en el país.* Se refiere al número total de proyectos de I+D en fase de ejecución en un año determinado.
- *Distribución de los proyectos conjuntos entre los países contraparte.* Se refiere a la desagregación del número total de proyectos conjuntos entre los países extranjeros participantes.
- *Distribución de los proyectos conjuntos entre los campos temáticos.* Se refiere a la desagregación del número total de proyectos conjuntos entre los campos temáticos definidos por la RICYT.
- *Distribución de los proyectos conjuntos entre los de carácter bilateral, trilateral y multilateral.* Se refiere a la desagregación del total de proyectos conjuntos entre los que participan investigadores del país con investigadores de cualquier otro país (bilateral), con investigadores de otros dos países (trilateral) y con investigadores de más de tres países (multilateral), pudiendo considerarse en este último caso como una red de investigación.

- *Número de investigadores nacionales participantes en proyectos conjuntos.* Se refiere al número de investigadores distintos del país que participan en proyectos conjuntos.
- *Distribución entre mujeres y hombres de los investigadores participantes en proyectos conjuntos.* Se refiere al total de mujeres y hombres de los investigadores distintos del país que participan en proyectos conjuntos.
- *Número total de investigadores del país.* Se refiere al total de investigadores de la comunidad científica del país. Este parámetro es uno de los indicadores del manual de Frascati.
- *Distribución del total de proyectos conjuntos entre los investigadores individuales participantes.* Se refiere a la desagregación del número de proyectos conjuntos entre los investigadores individuales nacionales para conocer el número de proyectos en que participa cada uno de ellos.
- *Distribución del número total de investigadores participantes en los proyectos conjuntos entre investigadores nacionales y extranjeros.* Se refiere a la desagregación del conjunto de investigadores nacionales participantes y de los otros países del total de proyectos conjuntos, pudiendo desagregarse entra proyectos bilaterales, trilaterales y multilaterales.
- *Número de proyectos conjuntos en los que investigadores del país son los Investigadores Principales.* Se refiere al número de proyectos conjuntos en los que investigadores del país son los Investigadores Principales del total de proyectos conjuntos. En el caso de que la responsabilidad del proyecto sea compartida se considerarán varios investigadores principales.
- *Distribución entre mujeres y hombres de los Investigadores Principales de los proyectos conjuntos.* Se refiere a la desagregación entre mujeres y hombres de los investigadores principales del país que son investigadores principales de los proyectos conjuntos.
- *Presupuesto total de los proyectos conjuntos.* Se refiere a la suma de los presupuestos de los proyectos conjuntos en ejecución en un año determinado.
- *Distribución entre las contribuciones nacionales y las fuentes externas del total de los presupuestos de los proyectos conjuntos.* Se refiere a la desagregación del total de los presupuestos de los proyectos conjuntos entre las aportaciones nacionales y las de las fuentes externas.
- *Distribución de la financiación externa de los proyectos conjuntos entre los diferentes tipos de fuentes: organismos internacionales, países extranjeros y otras.* Se refiere a la desagregación del total de las

aportaciones de las fuentes externas para la financiación de los proyectos conjuntos entre los diferentes tipos de fuentes.

La Tabla 9 muestra un resumen de los indicadores que se proponen en el apartado de internacionalización de los proyectos de I+D.

TABLA 9. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LOS PROYECTOS DE I+D		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Proyectos de I+D	Intensidad	Porcentaje de proyectos de I+D ejecutados conjuntamente con investigadores de otros países del total de proyectos de I+D ejecutados en el país.
		Porcentaje de investigadores nacionales participantes en proyectos conjuntos respecto al total de investigadores del país.
	Concentración	Porcentaje de los proyectos conjuntos entre los países contraparte participantes.
		Porcentaje de proyectos conjuntos entre los campos temáticos.
		Porcentaje de la financiación externa de los proyectos conjuntos entre los diferentes tipos de fuentes: organismos internacionales, países extranjeros y otras.
		Porcentajes del total de proyectos conjuntos entre los investigadores nacionales participantes.
	Asociabilidad	Porcentaje de proyectos conjuntos entre los de carácter bilateral, trilateral y multilateral
	Simetría	Porcentaje de investigadores nacionales del total de investigadores participantes en los proyectos conjuntos, desagregando proyectos bilaterales, trilaterales y multilaterales.
		Porcentaje de las contribuciones nacionales del total de los presupuestos de los proyectos conjuntos.
	Liderazgo	Porcentaje de investigadores del país que son los Investigadores Principales del total de proyectos conjuntos.
	Género	Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales participantes en proyectos conjuntos.
		Porcentaje de mujeres del país que son las Investigadoras Principales del total de proyectos conjuntos liderados por investigadores del país.

4.2.3. Redes, Consorcios y Asociaciones científicas internacionales.

Las redes internacionales en el ámbito de la I+D presentan una extensa tipología y un considerable crecimiento en los últimos años. Adicionalmente a las redes de investigación que se conforman para el desarrollo de un proyecto específico de I+D y que han sido consideradas en el apartado anterior, existen redes con objetivos más amplios y que se conforman por la asociación de diferentes tipos de actores, como las temáticas, en las que los participan investigadores que comparten el interés por una temática común y desarrollan diferentes tipos de actividades; las institucionales, en las que participan los países como tales o las instituciones, como universidades y centros de investigación; las redes de innovación, que se caracterizan por la heterogeneidad de actores que participan y que se suelen conformar en sectores o subsectores productivos.

Los consorcios internacionales son una modalidad de organización para la I+D en la que se une la heterogeneidad de los actores, incluyendo públicos y privados y los objetivos a medio y largo plazo. El compromiso de los participantes suele ser más intenso y estable que en las redes. La tipología es muy variada, desde consorcios en los que participan los propios países como socios y los que se conforman con diferentes tipos de actores para abordar determinados desarrollos tecnológicos.

Las asociaciones científicas internacionales constituyen una modalidad tradicional de los investigadores para intercambiar y difundir información y resultados de sus investigaciones.

La participación de los países en estas modalidades de colaboración internacional expresa el grado de internacionalización del SCT del país. Su medición no es sencilla más allá del dato numérico de la participación en redes, consorcios y asociaciones y del dato de la variedad de relaciones establecidas en cada una de las modalidades. Para definir indicadores se ha optado por referir el dato numérico de las participaciones a uno de los parámetros que define el tamaño del SCT, como es el número de investigadores. Con este criterio se considera que será más sencilla la comparación de los datos de los indicadores entre los países. En el caso de redes y consorcios en los que la participación formal son los países o las instituciones, se computará el número de investigadores que participan directamente y se benefician de las actividades de las redes y consorcios.

Se proponen quince indicadores para determinar el grado de participación del país en redes, consorcios y asociaciones internacionales.

1. El número de redes internacionales de I+D en las que participa el país por 1000 investigadores del país informa sobre el peso de las redes en la internacionalización del SCT.
2. El número de consorcios internacionales de I+D en las que participa el país por 1000 investigadores del país informa sobre el peso de los consorcios en la internacionalización del SCT.

3. El número de asociaciones científicas internacionales en las que participan investigadores del país por 1000 investigadores del país informa sobre el peso de las asociaciones en la internacionalización del SCT.
4. El número de investigadores del país participantes en redes internacionales de I+D respecto al total de investigadores informa sobre el grado de internacionalización de la comunidad científica.
5. La distribución entre mujeres y hombres de los investigadores nacionales que participan en redes internacionales de I+D informa sobre el equilibrio de género entre los investigadores participantes en redes internacionales de I+D.
6. El número de investigadores del país participantes en consorcios internacionales de I+D respecto al total de investigadores informa sobre el grado de internacionalización de la comunidad científica.
7. El número de investigadores del país participantes en asociaciones científicas internacionales respecto al total de investigadores informa sobre el grado de internacionalización de la comunidad científica.
8. La distribución entre mujeres y hombres de los investigadores nacionales que participan en asociaciones científicas internacionales muestra el equilibrio de género.
9. Los investigadores nacionales participantes en las redes internacionales de I+D respecto al número de redes en las que se participa informa sobre la densidad de la participación internacional.
10. Los investigadores nacionales participantes en las consorcios internacionales de I+D respecto al número de consorcios en las que se participa informa sobre la densidad de la participación internacional.
11. Los investigadores nacionales participantes en las asociaciones científicas internacionales respecto al número de asociaciones en las que se participa informan sobre la densidad de la participación internacional.
12. El número de investigadores del país que forman parte de los comités directivos de las redes, consorcios y asociaciones en las que se participa respecto al total de investigadores que participan en estas modalidades de colaboración refleja el liderazgo de los investigadores nacionales.
13. La distribución entre mujeres y hombre de los investigadores del país que forman parte de los comités directivos de las redes, consorcios y asociaciones en las que se participa muestra el equilibrio de género en el liderazgo internacional.

14. La distribución entre campos temáticos de las redes, consorcios y asociaciones informa sobre la diversificación temática de los campos de internacionalización.
15. La distribución entre países extranjeros de las redes, consorcios y asociaciones informa sobre la diversificación geográfica de la colaboración internacional.

La aplicación de estos indicadores requiere tener la información sobre los siguientes parámetros:

- *Número de redes internacionales de I+D en las que participa el país.* Se refiere al número total de redes en las que haya una participación de investigadores nacionales. Se excluyen las redes de investigación que se han contemplado en el apartado anterior. Se considerarán las redes que tienen un apoyo y reconocimiento nacional o institucional, dado que las redes donde la participación es meramente individual sin apoyo económico o institucional, son muy difíciles de identificar, salvo a través de encuestas realizadas entre los investigadores.
- *Número de consorcios internacionales de I+D en los que participa el país.* Se refiere al total de consorcios que se han definido como tales en los protocolos de constitución y en los que participa el país o las instituciones como socios.
- *Número de asociaciones científicas internacionales en las que participa el país.* Se refiere al total de asociaciones en las que participan investigadores del país.
- *Número de investigadores del país participantes en redes internacionales de I+D.* Se refiere al total de investigadores nacionales diferentes que participan en las redes.
- *Distribución entre mujeres y hombre de los investigadores del país participantes en redes internacionales de I+D.* Se refiere a la desagregación entre mujeres y hombres del total de investigadores nacionales diferentes que participan en las redes.
- *Número de investigadores del país participantes en consorcios internacionales de I+D.* Se refiere al total de investigadores nacionales diferentes que participan en los consorcios.
- *Número de investigadores del país participantes en asociaciones científicas internacionales.* Se refiere al total de investigadores nacionales diferentes que participan en las asociaciones.
- *Distribución entre mujeres y hombres de los investigadores nacionales que participan en asociaciones científicas internacionales.* Se refiere a la desagregación entre mujeres y hombres del total de investigadores nacionales diferentes que participan en las asociaciones.

- *Número total de investigadores del país.* Se refiere al total de investigadores de la comunidad científica del país. Este parámetro es uno de los indicadores del Manual de Frascati.
- *Número de investigadores del país que forman parte de los comités directivos de las redes, consorcios y asociaciones.* Se refiere al número total de investigadores del país que tienen cargos directivos en estas modalidades de colaboración.
- *Distribución entre mujeres y hombre de los investigadores del país que forman parte de los comités directivos de las redes, consorcios y asociaciones en las que se participa.* Se refiere a la desagregación entre mujeres y hombres del total de investigadores nacionales diferentes que tienen cargos directivos en estas modalidades de colaboración.
- *Distribución entre campos temáticos de las redes, consorcios y asociaciones internacionales en las que participa el país.* Se refiere a la desagregación del número total de redes, consorcios y asociaciones entre los campos temáticos definidos por la RICYT.
- *Distribución entre países extranjeros de las redes, consorcios y asociaciones internacionales en las que participa el país.* Se refiere a la desagregación entre los países participantes de las redes, consorcios y asociaciones internacionales.

La Tabla 10 muestra un resumen de los indicadores que se proponen en el apartado de internacionalización de la participación en redes, consorcios y asociaciones internacionales.

TABLA 10. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS REDES, CONSORCIOS Y ASOCIACIONES		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
	Intensidad	Número de redes internacionales de I+D en las que participa el país por 1000 investigadores del país.
		Número de consorcios internacionales de I+D en las que participa el país por 1000 investigadores del país.
		Número de asociaciones científicas internacionales en las que participan investigadores del país por 1000 investigadores del país.
		Porcentaje de investigadores nacionales que participan en redes internacionales de I+D respecto al total de investigadores del país.

Participación en redes, consorcios y asociaciones científicas internacionales		Porcentaje de investigadores nacionales que participan en consorcios internacionales de I+D respecto al total de investigadores del país.
		Porcentaje de investigadores nacionales que participan en asociaciones científicas internacionales respecto al total de investigadores del país.
	Concentración	Relación entre el número de investigadores nacionales diferentes que participan en las redes internacionales de I+D y el número total de redes internacionales en las que se participa.
		Relación entre el número de investigadores nacionales diferentes que participan en consorcios internacionales de I+D y el número total de consorcios internacionales en las que se participa.
		Relación entre el número de investigadores nacionales diferentes que participan en asociaciones científicas internacionales y el número total de asociaciones internacionales en las que se participa.
	Liderazgo	Porcentaje de investigadores del país que forman parte de los comités directivos de las redes, consorcios y asociaciones en las que se participa respecto al total de investigadores que participan en estas modalidades de colaboración.
	Diversificación temática	Porcentajes entre campos temáticos de las redes, consorcios y asociaciones internacionales en las que se participa.
	Diversificación geográfica	Porcentajes entre países extranjeros de las redes, consorcios y asociaciones internacionales en las que se participa.
	Género	Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales que participan en redes internacionales de I+D.
		Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales que participan en asociaciones científicas internacionales.
		Porcentaje de mujeres entre los investigadores del país que forman parte de los comités directivos de las redes, consorcios y asociaciones en las que se participa.

4.2.4. Infraestructuras y centros internacionales de I+D.

Las instalaciones científicas y tecnológicas y los centros de I+D internacionales constituyen una importante modalidad de colaboración internacional, especialmente en determinados campos científicos y tecnológicos, como la astronomía, la física de partículas, las investigaciones espaciales y las nucleares.

La existencia de este tipo de instalaciones y centros en un país y la participación de los investigadores nacionales en las existentes en el país y en el extranjero constituye una importante vía de internacionalización del SCT nacional.

Se proponen catorce indicadores para determinar el grado de internacionalización del SCT a través de la participación en infraestructuras y centros internacionales de I+D.

1. El número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país por 1000 investigadores del país informa sobre el peso de estas instalaciones en el SCT y la capacidad de atracción del país para su ubicación en el mismo.
2. La distribución de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país entre campos temáticos informa sobre la especialización y diversificación temática de las instalaciones.
3. La distribución de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país entre los países socios en las mismas informa sobre la diversificación geográfica de las colaboraciones internacionales.
4. El número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio por 1000 investigadores de este país informa sobre la capacidad de colaboración internacional del país.
5. La distribución de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio entre campos temáticos informa sobre la especialización y diversificación temática de las instalaciones.
6. La distribución de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio entre el conjunto de países socios informa sobre la diversificación geográfica de las colaboraciones internacionales.
7. El número de investigadores del país participando en las actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en el país respecto al total de investigadores del país informa sobre el grado de internacionalización de la comunidad científica.
8. El número de investigadores del país participando en las actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países respecto al total de investigadores del país informa sobre el grado de internacionalización de la comunidad científica.
9. La distribución entre mujeres y hombres de los investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en el país e infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países, informa sobre el equilibrio de género entre los participantes de la comunidad nacional en este tipo de instalaciones internacionales.

10. El número de investigadores nacionales en puestos directivos en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al total de instalaciones, informa sobre el liderazgo internacional de los investigadores del país.
11. La distribución entre mujeres y hombres de los investigadores nacionales en puestos directivos en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países, informa sobre el equilibrio de género en el liderazgo nacional en este tipo de instalaciones.
12. El gasto nacional en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al gasto total en acciones con una dimensión internacional informa sobre el peso de estas instalaciones en la internacionalización del SCT.
13. El gasto nacional en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al presupuesto total de estas instalaciones ofrece información sobre la simetría de las colaboraciones.
14. El gasto nacional en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al gasto total en I+D del país informa sobre el peso de estas instalaciones en las políticas de I+D.

La aplicación de estos indicadores requiere tener la información sobre los siguientes parámetros:

- *Número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país.* Se refiere al número de instalaciones que tienen su sede física en el país.
- *Número total de investigadores del país.* Se refiere al total de investigadores de la comunidad científica del país. Este parámetro es uno de los indicadores del Manual de Frascati.
- *Distribución de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país entre campos temáticos.* Se refiere a la desagregación del total de instalaciones entre los campos temáticos definidos por la RICYT.
- *Distribución de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país entre los países socios en las mismas.* Se refiere a la desagregación del total de instalaciones entre los diferentes países socios de las mismas.

- *Número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio.* Se refiere al total de instalaciones internacionales en las que el país participa como socio pero que están ubicadas en otros países.
- *Distribución de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio entre campos temáticos.* Se refiere a la desagregación de estas instalaciones entre los campos temáticos definidos por la RICYT.
- *Distribución de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio entre el conjunto de países socios.* Se refiere a la desagregación de estas instalaciones entre los diferentes países socios de las mismas.
- *Número de investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en el país.* Se refiere al total de investigadores diferentes que participan en cualquier tipo de actividades de estas instalaciones.
- *Número de investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países.* Se refiere al total de investigadores diferentes que participan en cualquier tipo de actividades de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países.
- *Distribución entre mujeres y hombres de los investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en el país e infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países.* Se refiere a la desagregación entre mujeres y hombres del total de investigadores de la comunidad nacional participantes en este tipo de instalaciones internacionales.
- *Número de investigadores nacionales en puestos directivos en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en las que el país es socio ubicadas en otros países.* Se refiere al total de investigadores diferentes que participan en puestos o comités directivos en estas instalaciones.
- *Distribución entre mujeres y hombres del total de investigadores nacionales en puestos directivos en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países.*
- *Gasto nacional en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países.* Se trata de la cifra de gasto del país dedicada a estas finalidades.

- *Gasto nacional para el fomento de la dimensión internacional en el SCT.* Este parámetro se refiere a la financiación con recursos nacionales del conjunto de actividades que tienen una dimensión internacional.
- *Gasto total en I+D del país.*
- *Presupuesto total de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países.* Se refiere a la suma de los presupuestos anuales de todas las instalaciones en la que el país es socio, estén ubicadas en el propio país o en otros países.

La Tabla 11 muestra un resumen de los indicadores que se proponen en el apartado de internacionalización de la participación en infraestructuras y centros internacionales de I+D.

TABLA 11. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN POR LA PARTICIPACIÓN EN INFRAESTRUCTURAS Y CENTROS INTERNACIONALES DE I+D		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Participación en infraestructuras y centros internacionales de I+D	Intensidad	Número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país por 1000 investigadores del país.
		Número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio por 1000 investigadores de este país.
		Porcentaje de investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en el país respecto al total de investigadores del país.
		Porcentaje de investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países respecto al total de investigadores del país.
		Porcentaje del gasto nacional anual en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al gasto total en acciones con una dimensión internacional.
		Porcentaje del gasto nacional anual en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al gasto total en I+D del país.
	Diversificación temática	Porcentajes de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país entre campos temáticos.
		Porcentajes de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio entre campos temáticos.

	Diversificación geográfica	Porcentajes de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país entre los países socios en las mismas.
		Porcentajes de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio entre el conjunto de países socios.
	Liderazgo	Porcentaje de investigadores nacionales en puestos directivos en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al total de instalaciones.
	Género	Porcentaje de mujeres entre los investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en el país e infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países.
		Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales en puestos directivos en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países.
	Simetría	Porcentaje del gasto nacional en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al presupuesto total de estas instalaciones.

4.3 Resultados de las actividades de I+D.

El análisis de la dimensión internacional de los resultados de las actividades científicas y tecnológicas es de gran utilidad para la medición de la internacionalización del SCT puesto que se centra en los productos tangibles de las mismas.

Los criterios utilizados para el diseño de los indicadores son los siguientes:

- *Intensidad.* Se refiere a la cantidad de productos tangibles resultado de las actividades internacionales de I+D.
- *Diversificación geográfica.* Se refiere al número de países con los que se han generado productos tangibles resultado de las actividades internacionales de I+D.
- *Diversificación temática.* Se refiere a la variedad de campos temáticos de los productos tangibles resultado de las actividades internacionales de I+D.
- *Diversificación institucional.* Se refiere a la variedad de tipos de instituciones extranjeras con las que se ha colaborado para la obtención

de los productos tangibles resultado de las actividades internacionales de I+D.

- *Asociabilidad*. Se refiere a la amplitud en el número de países participantes en los productos tangibles resultado de las actividades internacionales de I+D.
- *Concentración*. Se refiere a la concentración entre la comunidad científica nacional de los participantes en los productos tangibles resultado de las actividades internacionales de I+D.
- *Género*. Se refiere al balance entre mujeres y hombres entre los participantes en los productos tangibles resultado de las actividades internacionales de I+D.
- *Simetría*. Se refiere al balance entre participantes del país y del extranjero en los productos tangibles resultado de las actividades internacionales de I+D.
- *Visibilidad*. Se refiere a la capacidad de colocar los resultados de las actividades de investigación y la producción científica nacional en los ámbitos y flujos de información y comunicación científica internacional.
- *Impacto*. Integración de los productos de las actividades internacionales de I+D en el acervo de conocimientos y la utilización de los mismos.

En este apartado se tratan seis tipos de productos tangibles relacionados con las actividades de la investigación científica y tecnológica como fuente de indicadores de internacionalización:

- Producción científica
- Patentes
- Empresas de base tecnológica
- Exportaciones de bienes y servicios con componentes de alta tecnología.
- Acreditación y certificación internacional
- Premios y liderazgos internacionales

4.3.1. Producción científica.

La producción científica se canaliza fundamentalmente a través de las publicaciones, que se consideran los principales medios para la comunicación de los resultados de la investigación científica. Las publicaciones incluyen los artículos en revistas científicas especializadas, los libros y capítulos en libros multiautor y las derivadas de comunicaciones en congresos y reuniones científicas. Además existen otros tipos de documentos, informes y otros tipos de materiales de literatura gris, que plantean dificultades prácticas en cuanto a la accesibilidad y homologación.

La dimensión internacional de la producción científica se puede expresar de diferentes formas:

- La *autoría*, mediante la participación de autores de diferentes países en las publicaciones científicas, lo que da lugar a las copublicaciones internacionales.
- La *difusión* internacional de la producción científica, a través de la publicación en revistas internacionales e internet.
- El *impacto* internacional de las publicaciones, a través de las citaciones en artículos de otros autores.

4.3.1.1. Indicadores basados en la autoría de las publicaciones científicas.

Las copublicaciones científicas internacionales son artículos, libros o comunicaciones escritas presentadas en congresos y reuniones que son firmadas por autores de más de un país. Está generalmente aceptado que las copublicaciones internacionales son el fruto de la asociación y colaboración entre investigadores de diferentes países para el desarrollo de proyectos conjuntos de investigación, siendo un resultado de las actividades de cooperación internacional.

Se proponen doce indicadores de internacionalización sobre la base de la autoría de la producción científica.

1. El número de copublicaciones científicas internacionales respecto del total de publicaciones del país refleja la intensidad de la internacionalización de la producción científica del país.
2. El número total de publicaciones del país recogidas en la base de datos que se analice respecto al total de publicaciones recogidas en dicha base muestra el peso internacional de la producción científica del país y de su visibilidad internacional.
3. El número de países participantes en las copublicaciones internacionales muestra la diversidad geográfica de las colaboraciones internacionales.
4. La proporción de copublicaciones internacionales bilaterales, trilaterales y fruto de redes informan sobre la tipología de las asociaciones y la participación del país en redes internacionales de investigación.
5. La distribución de las copublicaciones internacionales entre campos temáticos ofrece información sobre las áreas de colaboración internacional más productivas.
6. El número de instituciones nacionales participantes en las copublicaciones internacionales respecto al total de instituciones científicas muestra la intensidad institucional de la internacionalización.
7. El número de instituciones extranjeras participantes en las copublicaciones internacionales muestra la intensidad y diversificación institucional de la internacionalización.

8. El número de investigadores del país que son autores de copublicaciones internacionales respecto del total de los investigadores nacionales informa sobre la intensidad de la internacionalización de la comunidad científica.
9. La distribución entre mujeres y hombres de los autores del país de las copublicaciones internacionales ofrece información sobre el equilibrio de género en la internacionalización de la comunidad científica.
10. La frecuencia de participación de los investigadores individuales en las copublicaciones internacionales, es decir, el número de copublicaciones de cada autor informa sobre la concentración de la internacionalización de la comunidad científica.
11. La frecuencia de participación de las instituciones individuales del país en las copublicaciones internacionales, es decir, el número de copublicaciones de cada institución informa sobre la concentración de la internacionalización de las instituciones. Los indicadores de concentración ofrecen información sobre el grado de internacionalización de la comunidad científica y las instituciones del país y permite identificar los grupos más activos y consolidados a nivel internacional y con mejores conexiones internacionales, posibilitando estrategias para maximizar los beneficios de estas relaciones para el conjunto del país.
12. La relación entre autores nacionales y extranjeros en las copublicaciones internacionales informa sobre la simetría en las colaboraciones internacionales. El indicador de simetría ofrece información indirecta sobre el grado de participación de los autores nacionales en las actividades de investigación sobre las que se basan las copublicaciones. Si bien el dato es meramente cuantitativo y no prejuzga la importancia y relevancia de la aportación científica nacional, el indicador de simetría permite obtener algunas conclusiones sobre el papel principal o subsidiario de los investigadores nacionales, su grado de liderazgo y la posible dependencia respecto del extranjero de los investigadores nacionales y de la investigación del país con mayor visibilidad internacional.

4.3.1.2. Indicadores basados en la difusión internacional de la producción científica

El objetivo de estos indicadores es medir la capacidad de difusión internacional de la producción científica del país. La difusión puede realizarse mediante medios escritos, electrónicos y verbales, proponiéndose el criterio de la visibilidad internacional para el diseño de indicadores de difusión internacional.

Se proponen cinco indicadores para medir la difusión internacional.

1. El número total de publicaciones del país recogidas en la base de datos que se analice respecto al total de publicaciones recogidas en dicha

base muestra el peso y visibilidad internacional de la producción científica del país y su visibilidad internacional.

2. El número de revistas científicas nacionales en bases de datos internacionales informa sobre la visibilidad y el grado de difusión internacional de las revistas nacionales.
3. Número de enlaces en *webs* extranjeras de las *webs* institucionales de las universidades y organismos de investigación del país muestra la visibilidad internacional de las instituciones del país.
4. El número de investigadores participantes activos en eventos internacionales, bien mediante invitación o mediante la aceptación formalizada de la presentación de ponencias y comunicaciones, respecto al total de investigadores informa sobre la intensidad de la internacionalización y la visibilidad internacional de la comunidad científica.
5. El número de investigadores del país participantes en comités editoriales de publicaciones internacionales informa sobre la visibilidad internacional de la comunidad científica.

Los indicadores de difusión ofrecen información sobre la proyección e influencia internacional de la investigación de un país y sientan bases para la elaboración de políticas para la internacionalización de la ciencia.

4.3.1.3. Indicadores basados en el impacto internacional de la producción científica.

El objetivo fundamental de la comunicación y difusión de la producción científica es contribuir al aumento del conocimiento, participar en el acervo común del mismo e influir en el discurrir de la investigación científica, desde el punto de vista conceptual, metodológico y de apertura de nuevas vías en la investigación disciplinar y multidisciplinar. Además, la investigación proporciona conocimientos y fundamenta desarrollos técnicos para su aplicación en la solución o alivio de problemas sociales y para el desarrollo económico.

Este apartado del Manual referido a los impactos de la producción científica se refiere exclusivamente a su contribución en los propios procesos de la investigación. Se trata de conocer el grado de asimilación por la comunidad científica internacional de los resultados y producción científica de un país. El principal criterio para el diseño de indicadores de impacto es el de integración en el acervo de conocimientos. Se proponen seis indicadores.

1. El porcentaje de artículos científicos nacionales del total de la producción científica que son citados en artículos de otros autores publicados en revistas internacionales, informa sobre la difusión e impacto internacional de las publicaciones nacionales.

2. El número total de citas de artículos nacionales en el conjunto total de citas en un periodo y una base de datos determinada informa sobre el peso e impacto internacional de la producción científica del país.
3. El porcentaje de citas de artículos nacionales en el conjunto total de citas en un periodo y una base de datos determinada respecto al porcentaje de artículos del país recogidos en esa base de datos informa sobre el impacto internacional de la producción científica del país.
4. La distribución de los artículos nacionales citados en otros artículos por áreas temáticas informa sobre la diversidad y concentración temática de los temas de mayor impacto internacional.
5. El número total de citas de artículos científicos del país en los documentos de solicitud de patentes de otros países respecto al total de la producción científica nacional refleja el impacto internacional de la misma.
6. Los indicadores de impacto ofrecen información sobre el nivel de integración internacional de la producción científica de un país y, en consecuencia, la influencia de la ciencia nacional en el acervo de conocimientos utilizados a nivel internacional en la investigación y las patentes.

La aplicación de los indicadores de internacionalización de la producción científica requiere tener la información sobre diferentes parámetros, siendo la mayoría de ellos dependientes de la utilización de bases de datos bibliométricos.

La identificación de las copublicaciones requiere que las bases contengan los datos necesarios, que además del título y la fecha de publicación, debe contener el nombre de los autores, su afiliación institucional y el país. Estos datos no solamente permiten analizar la dimensión internacional, sino la tipología de las instituciones participantes y el ámbito temático.

En la actualidad la bases de datos de referencia es el *Web of Science* (WoS) elaboradas por el *Institute for Scientific Information* (ISI) que incluye el *Science Citation Index* (SCI), en el ámbito de las ciencias naturales y la ingeniería, el *Social Sciences Citation Index* (SSCI) y el *Arts and Humanities Citation Index* (A&HCI) en el ámbito de las ciencias sociales y humanidades. Estas bases de carácter generalista recogen los artículos, notas y revisiones publicados en un buen número de revistas científicas seleccionadas por su influencia en los diferentes ámbitos temáticos. Para mejorar la cobertura de revistas, existe una modalidad, “expandida”, que aumenta el número y en consecuencia la base de información para los indicadores. El número de revistas recogidas por ISI en 2005 es de cerca de 8.700. Este número ha ido creciendo constantemente desde las 4.460 revistas recogidas en 1988.

La adscripción temática de los artículos se basa en la clasificación de la revista en que se publican. La clasificación está establecida por ISI de acuerdo con varios criterios.

La utilización de la bases de datos ISI no está exenta de limitaciones, que han sido puestas de manifiesto por numerosos autores del ámbito de la bibliometría. En general SCI, SSCI y A&HCI tienen una importante cobertura en cuanto a las revistas con mayor circulación a nivel internacional en cada temática, si bien con un claro predominio de revistas publicadas en inglés. Actualmente ISI recoge también algunas revistas electrónicas. Las mayores limitaciones provienen de la menor presencia en las bases de datos de revistas nacionales de temáticas con mayor interés local, que son relevantes en sus contextos tecnológicos, económicos y sociales, pero que no alcanzan visibilidad internacional.

Como complemento de las bases ISI y con objeto de aumentar la cobertura se puede contemplar otras bases de datos especializadas en diferentes temáticas y bases de datos nacionales o regionales. Las bases de datos elaboradas por el Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC) recogen las publicaciones en revistas editadas en España. La base ICYT recoge revistas de ciencia y tecnología y la base ISOC revistas de ciencias sociales. En el ámbito latinoamericano la base LATINDEX constituye una fuente alternativa para superar los problemas de cobertura de las bases ISI, si bien se restringe a las revistas y no recoge los artículos individuales.

El mayor problema de las bases ISI para los países de América Latina, especialmente para los de menor desarrollo científico, es que la visibilidad de la producción científica está muy mermada, tanto por los hábitos de publicación, como por el nivel de calidad exigido para la publicación en las revistas de mayor circulación internacional. Esto plantea la conveniencia de que los diferentes países establezcan mecanismos para acopiar y clasificar la producción científica nacional, estableciendo estándares para las revistas publicadas en el país y elaborando bases de datos locales, lo cual contribuye también a una mejor difusión de las actividades y resultados de la investigación entre las comunidades científicas y potenciales usuarios nacionales y regionales.

Por consideraciones prácticas, la recomendación de este Manual es utilizar las bases ISI para la aplicación de los indicadores de internacionalización que se señalan a continuación, si bien algunos de ellos hacen referencia al total de la producción científica nacional y a las características de las revistas editadas en el país, lo que requiere la existencia de algún mecanismo para disponer de esta información. Así mismo, de los diferentes medios de expresión de las publicaciones, se recomienda centrarse exclusivamente en los artículos publicados en revistas científicas.

La aplicación de los indicadores a los libros se podría llevar a cabo a través de las oficinas nacionales del ISBN. Las comunicaciones escritas en congresos plantean mayores problemas al no disponerse en general de bases de datos adecuadas a nivel nacional. A nivel institucional se puede procesar la

información disponible en los Informes o Memorias de las universidades, centros e instituciones de investigación.

Los siguientes parámetros son necesarios para la aplicación de los indicadores propuestos:

- *Número de copublicaciones científicas internacionales del país.* Se refiere al total de artículos científicos y otros documentos con autoría de investigadores de instituciones del país y del extranjero en un período de tiempo determinado. Si se dispone de la información sobre el total de la producción científica del país se puede hacer el cálculo correspondiente de las copublicaciones internacionales. Si no se dispone de esta información se puede utilizar el número de copublicaciones internacionales del país recogidas en las base de datos ISI.
- *Número total de publicaciones del país.* Se refiere al total de artículos y otros documentos científicos con autores del país en un período determinado. La disponibilidad de este dato es fundamental para la aplicación de varios indicadores propuestos. Si no se dispone de esta información se puede utilizar el número total de publicaciones del país recogidas en las base de datos ISI, lo que introduce un factor que deforma la interpretación de los indicadores, puesto que especialmente en los países de menor desarrollo, la mayoría de la producción científica no se publica en revistas ISI.
- *Número total de copublicaciones internacionales recogidas en la base ISI.* Se refiere al total de copublicaciones recogidas en esta base de datos en un período determinado.
- *Número total de publicaciones del país recogidas en la base ISI.* Se refiere al total de publicaciones con autores del país recogidas en esta base de datos en un período determinado.
- *Distribución de las copublicaciones internacionales del país entre los países con autores participantes en las mismas.* Se trata de desagregar el total de copublicaciones entre los países.
- *Distribución de las copublicaciones internacionales del país entre bilaterales, trilaterales y fruto de redes.* Se trata de desagregar el total de copublicaciones entre los tres tipos de publicaciones.
- *Distribución de las copublicaciones internacionales del país por campos temáticos.* Se trata de desagregar el total de copublicaciones entre los campos temáticos definidos por la RICYT. La clasificación de las copublicaciones se realiza sobre la base de la clasificación de las revistas ISI en la que se publican los artículos.
- *Distribución de las copublicaciones internacionales del país entre las instituciones nacionales participantes.* Se trata de desagregar el total de copublicaciones entre los tipos de instituciones (universidades, centros

de I+D, empresas, Organizaciones No Gubernamentales y otras) y entre cada una de las instituciones individuales.

- *Distribución de las copublicaciones internacionales del país entre las instituciones extranjeras participantes.* Se trata de desagregar el total de copublicaciones entre los tipos de instituciones (universidades, centros de I+D, empresas, Organizaciones No Gubernamentales y otras) y entre cada una de las instituciones individuales.
- *Número de autores diferentes de instituciones del país que son autores de copublicaciones internacionales.* La identificación de los autores se realiza por las instituciones a las que están afiliados.
- *Número total de investigadores del país.*
- *Distribución entre mujeres y hombres de los investigadores del país que son autores de las copublicaciones internacionales.*
- *Número de copublicaciones internacionales de cada investigador autor de las copublicaciones internacionales.*
- *Número de copublicaciones internacionales de cada institución del país participante en las copublicaciones internacionales.*
- *Número de investigadores extranjeros diferentes autores de las copublicaciones internacionales del país.*
- *Número de revistas científicas editadas en el país recogidas en bases de datos internacionales.* La presencia de las revistas científicas nacionales en bases de datos internacionales se analiza a través de la revisión de la presencia de estas revistas en diferentes bases de datos, fundamentalmente las bases del ISI, Pascal. *Inspec, Compendex, Chemical Abstracts, Biosis, Medline, Cab International y Latindex.* La aplicación de este parámetro requiere la existencia de un censo actualizado de revistas científicas editadas en el país.
- *Número total de revistas científicas editadas en el país.* La aplicación de este parámetro requiere la existencia de un censo actualizado de revistas científicas editadas en el país.
- *Número de instituciones científicas del país que tienen páginas web en internet.*
- *Número de enlaces a webs de instituciones científicas del país en webs de instituciones de otros países.* Los recientes estudios en el ámbito de la cibermetría están creando plataformas metodológicas para el análisis de este tipo de parámetro.

- *Número de investigadores diferentes participantes activos en eventos internacionales, bien mediante invitación o mediante la aceptación formalizada de la presentación de ponencias y comunicaciones.*
- *Número de investigadores del país participantes en comités editoriales de publicaciones internacionales.* La mayor dificultad para el análisis del anterior y de este parámetro es el acceso a una información sistematizada y permanente. El análisis de los *Curriculum Vitae* de los investigadores, de las Memorias e Informes periódicos de las instituciones académicas y de investigación y la realización de encuestas pueden ser alternativas para la obtención de la información.
- *Número de artículos científicos diferentes de autores del país citados en artículos en revistas internacionales en un período determinado.* El análisis de citas está sujeto a diferentes problemas conceptuales y metodológicos que han puesto de manifiesto los estudios bibliométricos. Sin embargo, se considera un instrumento válido en el ámbito de los indicadores de ciencia y tecnología. El criterio para el recuento de las citas utilizado por la *National Science Foundation* es considerar las citas aparecidas en artículos de revistas ISI durante un periodo de tres años a partir del segundo año de publicación de los artículos citados.
- *Número total de citas de artículos de autores del país en artículos en revistas internacionales en un período determinado.*
- *Número total de citas en la base de datos de referencia.*
- *Distribución por campos temáticos de los artículos científicos del país citados en artículos de otros países.*
- *Número total de citas de artículos de autores del país en documentos de solicitud de patentes de otros países.* Para el análisis de este parámetro es preciso consultar las bases de datos de los Oficinas nacionales de patentes para el caso de patentes nacionales y a las Oficinas de patentes en el extranjero, como la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), la *Japanese Patent Office* (JPO) y *European Patent Office* (EPO). Para el análisis de este indicador se recomienda utilizar el criterio usado por la NSF para el recuento de las citas, que contempla las citas a artículos publicados en los anteriores doce años contados a partir del tercer año de concesión de la patente.

La tabla 12 muestra un resumen de los indicadores que se proponen de internacionalización de la producción científica.

TABLA 12. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Autoría de las publicaciones científicas	Intensidad	Porcentaje de copublicaciones científicas internacionales respecto del total de publicaciones del país.
		Porcentaje de investigadores del país que son autores de copublicaciones internacionales respecto del total de los investigadores nacionales.
		Porcentaje de instituciones nacionales participantes en las copublicaciones internacionales respecto al total de instituciones científicas.
		Porcentaje de investigadores participantes activos en eventos internacionales, bien mediante invitación o mediante la aceptación formalizada de la presentación de ponencias y comunicaciones, respecto al total de investigadores nacionales.
	Asociabilidad	Porcentaje de copublicaciones internacionales bilaterales, trilaterales y multilaterales del total de copublicaciones.
	Diversidad geográfica	Porcentajes de las copublicaciones internacionales entre los países participantes en las mismas.
	Diversidad temática	Porcentajes de las copublicaciones internacionales entre campos temáticos.
		Porcentajes entre campos temáticos de los artículos de autores del país citados en artículos científicos de otros autores
	Concentración	Número de instituciones extranjeras diferentes participantes en las copublicaciones internacionales respecto al número de instituciones del país participantes en las mismas.
		Porcentajes de las copublicaciones de cada autor diferente del país en las copublicaciones internacionales respecto al total de las mismas.
		Porcentajes de las participaciones de cada institución diferente del país en las copublicaciones internacionales respecto al total de las mismas.
	Género	Porcentaje de mujeres entre los autores del país de copublicaciones internacionales.
	Simetría	Porcentaje de autores diferentes del país del total de coautores diferentes en la copublicaciones internacionales.
Difusión de las publicaciones científicas	Visibilidad	Porcentaje de artículos científicos del país que están recogidas en bases de datos bibliográficas internacionales respecto al total de la producción científica del país.
		Porcentaje de artículos científicos del país que están recogido en bases de datos bibliográficas internacionales respecto al total de artículos recogidos en estas bases.
		Porcentaje de revistas científicas publicadas en el país que están recogidas en bases de datos internacionales

		Porcentaje de investigadores del país participantes en comités editoriales de publicaciones internacionales del total de investigadores nacionales
		Porcentaje de <i>web</i> de instituciones científicas del país que tienen enlaces en las <i>web</i> de instituciones extranjeras.
Integración de las publicaciones científicas en la comunidad internacional	Impacto	Porcentaje de artículos científicos del país respecto al total de la producción científica que son citados en artículos de otros autores publicados en revistas internacionales.
		Porcentaje del total de citas de artículos científicos del país en el conjunto total de citas en una base de datos determinada.
		Porcentaje de citas de artículos científicos del país en el conjunto total de citas en un periodo y una base de datos determinada respecto al porcentaje de artículos del país recogidos en esa base de datos.
		Porcentaje de artículos científicos del país respecto al total de la producción científica que son citados en los documentos de solicitud de patentes de otros países.

4.3.2 Producción tecnológica: Patentes.

Los resultados de la investigación científica con potencial de aplicación y de la investigación tecnológica se canalizan fundamentalmente a través de la patentes, como medio para protección de los resultados y para su explotación comercial. La dimensión internacional de las patentes se expresa a través de diferentes aspectos, como la colaboración internacional en la investigación que desemboca en una patente, en el registro conjunto de dos o más países de las patentes, en el registro de patentes en diferentes países, además del propio y en el registro en el propio país de las patentes de otros países.

Se proponen doce indicadores de internacionalización de las patentes.

1. El número de copatentes internacionales solicitadas en oficinas nacionales e internacionales en las que aparecen investigadores de dos o más países entre los inventores respecto al total de patentes solicitadas por el país, informa sobre la intensidad de la dimensión internacional en el origen de las patentes solicitadas por el país.
2. El número de copatentes internacionales registradas por instituciones del país junto a instituciones de otros países independientemente de la nacionalidad de los inventores respecto del total de patentes registradas por el país muestra la intensidad de la internacionalización de las patentes registradas.
3. La distribución de las copatentes internacionales registradas entre campos temáticos muestra la diversidad y capacidad tecnológica internacional del país.

4. La distribución de las copatentes internacionales registradas entre países participantes en las mismas la diversidad geográfica en la cooperación tecnológica internacional.
5. Número de investigadores diferentes del país en copatentes internacionales solicitadas respecto al total de investigadores del país muestra la intensidad de la internacionalización de la comunidad científica.
6. La distribución entre mujeres y hombre de los investigadores del país en copatentes internacionales solicitadas muestra el equilibrio de género entre estos investigadores.
7. La distribución entre investigadores del país y del extranjero en las copatentes internacionales muestra la simetría en las colaboraciones internacionales.
8. La distribución de las copatentes internacionales entre los investigadores individuales del país participantes en las mismas muestra la concentración en la contribución de la comunidad científica a las patentes internacionales.
9. El número total de patentes del país solicitadas en Oficinas de patentes internacionales respecto a las solicitadas en la Oficina nacional de patentes informa sobre la visibilidad y difusión internacional de las patentes del país.
10. El número total de patentes del país registradas en Oficinas de patentes internacionales respecto a las registradas en la Oficina nacional de patentes informa sobre la visibilidad y difusión internacional de las patentes del país.
11. El número total de patentes de inventores extranjeros registradas en la oficina nacional de patentes respecto al total de patentes registradas muestra la capacidad de atracción tecnológica del país.
12. El número de patentes del país con licencias de explotación por instituciones y empresas de otros países respecto al total de patentes del país muestra el impacto internacional de las patentes.

La información sobre la mayoría de los parámetros necesarios para la aplicación de los indicadores propuestos se ve facilitada por la existencia de oficinas nacionales de patentes que elaboren su propia base de datos y el acceso a bases de datos de oficinas internacionales, como la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), la *Japanese Patent Office* (JPO) y *European Patent Office* (EPO).

Los parámetros necesarios son los siguientes:

- *Número de copatentes internacionales solicitadas en las que aparecen investigadores de dos o más países entre los inventores.* Se refiere al total de patentes diferentes solicitadas en oficinas nacionales e internacionales con investigadores de dos o más países entre los inventores en un período de tiempo dado. La referencia a patentes diferentes se debe a que una misma patente puede solicitarse y registrarse en más de una oficina de patentes.
- *Número total de patentes solicitadas por el país.* Se refiere al total de patentes diferentes solicitadas en oficinas nacionales e internacionales con investigadores del país como inventores en un período de tiempo dado.
- *Número de copatentes internacionales diferentes registradas por instituciones del país junto a instituciones de otros países independientemente de la nacionalidad de los inventores en oficinas nacionales e internacionales.* Los indicadores sobre patentes suelen distinguir entre patentes solicitadas y las patentes aprobadas (registradas). A su vez, el registro de patentes puede realizarse por organizaciones que no son necesariamente las que tienen afiliadas a los inventores. El parámetro que se indica en este punto se refiere al total de patentes registradas por el país en un período de tiempo dado en la que aparecen como propietarias organizaciones del país junto a las de otros países.
- *Número total de patentes registradas por el país.* Se refiere al total de patentes diferentes registradas en oficinas nacionales e internacionales en las que aparecen organizaciones del país como propietarias de las patentes en un período de tiempo dado.
- *Distribución de las copatentes internacionales registradas entre campos temáticos.* Se trata de los porcentajes del total de copatentes internacionales registradas en oficinas nacionales e internacionales entre campos temáticos definidos por la RICYT.
- *Distribución de las copatentes internacionales registradas entre países participantes.* Se trata de los porcentajes del total de copatentes internacionales registradas en oficinas nacionales e internacionales entre los países participantes en las mismas.
- *Número de investigadores diferentes del país en copatentes internacionales solicitadas.* Se refiere al número total de investigadores diferentes del país que son inventores en las copatentes internacionales.
- *Número total de investigadores del país.*
- *Distribución entre mujeres y hombre de los investigadores del país en copatentes internacionales solicitadas.*

- *Distribución entre investigadores del país y del extranjero en las copatentes internacionales solicitadas.* Se refiere a la proporción de investigadores diferentes del país y del extranjero que son inventores en las copatentes internacionales solicitadas en oficinas nacionales e internacionales.
- *Distribución de las copatentes internacionales solicitadas entre los investigadores individuales del país participantes en las mismas.* Se refiere a los porcentajes del total de copatentes internacionales solicitadas en oficinas nacionales e internacionales entre los investigadores diferentes del país que participan en estas patentes.
- *Número total de patentes del país solicitadas en Oficinas de patentes internacionales.* Se refiere al número total de patentes solicitadas en oficinas internacionales en las que aparecen investigadores del país como inventores en un período de tiempo dado.
- *Número total de patentes del país solicitadas en la Oficina nacional de patentes.* Se refiere al número total de patentes solicitadas en oficinas nacionales en las que aparecen investigadores del país como inventores en un período de tiempo dado.
- *Número total de patentes del país registradas en Oficinas de patentes internacionales.* Se refiere al número total de patentes registradas en oficinas internacionales en las que aparecen investigadores del país como inventores en un período de tiempo dado.
- *Número total de patentes del país registradas en la Oficina nacional de patentes.* Se refiere al número total de patentes registradas en oficinas nacionales en las que aparecen investigadores del país como inventores en un período de tiempo dado.
- *Número total de patentes de inventores extranjeros registradas en la oficina nacional de patentes.* Se refiere al número total de patentes registradas en oficinas nacionales en las que aparecen investigadores del extranjero como inventores en un período de tiempo dado.
- *Número total de patentes registradas en la Oficina nacional de patentes.* Se refiere al número total de patentes registradas en oficinas nacionales en las que aparecen investigadores de cualquier país como inventores en un período de tiempo dado.
- *Número de patentes del país con licencias de explotación por instituciones y empresas de otros países.* Número total de patentes del país registradas en oficinas nacionales e internacionales que tienen suscritos licencias de explotación por organizaciones de otros países.

La tabla 13 muestra el resumen de los indicadores que se proponen de internacionalización de las patentes.

TABLA 13. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS PATENTES		
DIMENSION INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Patentes	Intensidad	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.
		Porcentaje de copatentes internacionales diferentes registradas en oficinas nacionales e internacionales por instituciones del país junto a instituciones de otros países independientemente de la nacionalidad de los inventores respecto del total de patentes registradas por el país.
		Porcentaje de investigadores diferentes del país en copatentes internacionales diferentes solicitadas en oficinas nacionales e internacionales respecto al total de investigadores del país.
	Diversidad temática	Porcentaje de las copatentes internacionales diferentes registradas en oficinas nacionales e internacionales entre campos temáticos.
	Diversidad geográfica	Porcentaje de las copatentes internacionales diferentes registradas en oficinas nacionales e internacionales entre los países participantes en las mismas
	Género	Porcentaje de mujeres entre los investigadores del país en copatentes internacionales solicitadas en oficinas nacionales e internacionales.
	Simetría	Porcentaje de los investigadores diferentes del país del total de investigadores diferentes que aparecen como inventores en las copatentes internacionales solicitadas en oficinas nacionales e internacionales.
	Concentración	Porcentajes del total de copatentes internacionales diferentes solicitadas en oficinas nacionales e internacionales entre los investigadores individuales del país participantes en las mismas.
	Visibilidad	Porcentaje de patentes del país solicitadas en Oficinas de patentes internacionales respecto a las patentes del país solicitadas en la Oficina nacional de patentes.
		Porcentaje de patentes del país registradas en Oficinas de patentes internacionales respecto a las patentes del país registradas en la Oficina nacional de patentes.
	Atracción	Porcentaje de las patentes de inventores extranjeros registradas en la Oficina nacional de patentes respecto al total de patentes registradas en esta oficina.
	Impacto	Porcentaje de patentes del país con licencias de explotación por instituciones y empresas de otros países respecto al total de patentes registradas del país.

4.3.3. Comercio internacional de tecnología

El advenimiento de la llamada “sociedad post-industrial” o, más modernamente, “sociedad de la información” o “del conocimiento”, muestra como una de sus características más sobresalientes la aplicación de conocimiento a la producción de manera mucho más intensiva que en el pasado. En efecto, crecientemente las mercancías incorporan trabajos cada vez más complejos que requieren para su realización de sofisticados conocimientos científicos y tecnológicos.

Una de las expresiones más acabadas de este proceso es la circulación a escala global de conocimientos tecnológicos, que se realiza, de manera más o menos velada, bajo condiciones mercantiles como “comercio internacional de tecnología”. Las formas que toma en la actualidad este comercio son, por un lado, de manera incorporada a las mercancías para su consumo en tanto medio o insumo para la producción y por el otro, de manera desincorporada bajo la forma de conocimientos formales o tácitos aplicables al proceso productivo.

La medición de los flujos mercantiles de tecnología que circulan alrededor del planeta se realiza, pues, a través de dos métodos distintos asociados directamente a las formas que toma el fenómeno en cuestión. En primer lugar, el comercio internacional de tecnología incorporada, o “*Contenido Tecnológico*” de las exportaciones e importaciones, es estimado sin prescindir de su continente, o sea a través de la ponderación del valor de las mercancías a partir de su clasificación de acuerdo a parámetros que intentan reflejar los elementos que efectivamente incorporan tecnología a las mercancías. En segundo lugar, la tecnología que circula entre países de manera desincorporada es mensurada usualmente a través del enfoque metodológico conocido como “*Balanza de Pagos Tecnológica*”.

En los últimos años, el comercio internacional de tecnología ha adquirido nuevas formas asociadas al desarrollo de las actividades de I+D. Las empresas han comenzado a realizar distintos tipos de acciones tendentes 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 inversiones directas en el extranjero (IED) de tipo *knowledge-seeking* y *outsourcing*, a través de la 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, situación que ha llevado a una intensificación en las transferencias de las capacidades tecnológicas alrededor del mundo que se expresa, en buena parte, a través del comercio internacional de mercancías de

alto contenido tecnológico, que a la vez se revela como el más dinámico y en cuya producción se concentran de manera creciente los flujos de IED.

Las metodologías existentes para la evaluación del comercio internacional de tecnología incorporada han experimentado sucesivos cambios en los últimos treinta años como consecuencia de la evolución en los supuestos teóricos sobre las que se sustentaban. Los organismos internacionales, especialmente la OCDE ha elaborado complejas familias de indicadores, no siempre fácilmente aplicables a los países de menor desarrollo.

El enfoque metodológico generalmente utilizado para la evaluación del comercio internacional de tecnología desincorporada conocido como “Balanza de Pagos Tecnológica” ha sido elaborado por la OCDE en 1990. El *“Proposed standard method of compiling and interpreting technology balance of payments data”* de la OCDE, difundido como el *“TBP Manual”*, define la naturaleza de las transacciones que deberían ser contempladas y se sugieren los indicadores respectivos.

El objetivo práctico del enfoque del TBP es el de “registrar las transacciones comerciales relacionadas a las transferencias internacionales de tecnología y *know-how*”. De esa forma, aparece como un instrumento encargado de medir “la importancia de los ingresos de un país por la exportación de conocimiento técnico y servicios, al tiempo que indica la posición competitiva de un país en el mercado internacional de conocimiento”.

La medición que realiza el TBP refleja la transferencia internacional de tecnología definida en sentido estricto, entendida como aquella transmisión de conocimiento entre países que cumple con las siguientes tres condiciones: i) tener un contenido tecnológico explícito; ii) incluir el contacto entre dos empresas; y iii) ser transferida bajo condiciones comerciales. Sin embargo, más allá de este criterio teórico, no parece saludable ni posible limitar las transacciones que capta el TBP a un mero registro de la transferencia de tecnología en sentido estricto, en principio, por dos motivos: i) la oferta de servicios técnicos, aunque no se trata específicamente de una transferencia “pura” de tecnología, está a menudo asociada con acuerdos de transferencia de tecnología; y ii) los contratos de transferencia son a menudo complejos, lo que dificulta la tarea de determinar cuáles de los gastos/ingresos se refieren a la transferencia y cuáles a sus servicios asociados.

Por tanto, dados estos problemas de carácter empírico, la forma en que se calcula actualmente el TBP, siguiendo los lineamientos del *TBP Manual*, excede a la transferencia internacional de tecnología. A este respecto, los datos compilados en ella incluyen dos grandes categorías de flujos financieros: a) aquéllos que surgen de transacciones relacionadas a la propiedad industrial y b) aquéllos que se originan en la oferta de servicios con contenido tecnológico y servicios intelectuales. En síntesis, el alcance actual de la BPT va más allá de la transferencia internacional de tecnología en sentido estricto. Más allá de las mejoras introducidas por el *TBP Manual* en la sistematización del cálculo del comercio internacional de tecnología desincorporada, la medición actual presenta problemas de diversa índole que han sido analizados por diversos autores. Además, en el caso particular de los países menos

desarrollados, los problemas intrínsecos del TBP se ven amplificados, hecho que ha llevado a que, hasta el momento, su aplicación se haya circunscrito a un puñado de países, todos ellos de elevado nivel de desarrollo relativo.

El Manual de indicadores de internacionalización debería centrarse en poder medir la intensidad con que los países se insertan actualmente a las corrientes de tecnología que circulan por el mundo tanto de manera incorporada a las mercancías como desincorporada.

El estudio realizado para la elaboración del Manual muestra que respecto al comercio de tecnología incorporada, ninguna de las metodologías, clasificaciones y taxonomías existentes se encuentra exenta de problemas o limitaciones de carácter práctico o metodológico, por lo que la propuesta que se presenta se trata de un sub-óptimo. La metodología más recomendable para 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, es la desarrollada en 1997 por Hatzichronoglou y adoptada por la OCDE. 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 mundial.

Por el lado de la medición del comercio internacional de tecnología desincorporada, y a pesar también de sus variados problemas, se recomienda la medición de las partidas incluidas en el *TBP Manual* de la OCDE, por tratarse de la metodología más difundida, más acabada y la que permite realizar comparaciones de carácter internacional.

En síntesis, la posibilidad de avanzar en el conocimiento de la magnitud y composición del comercio internacional de tecnología, definido en un sentido suficientemente amplio para incluir las transferencias tanto explícitas (tecnologías desincorporadas) como implícitas de tecnología (incorporada a los medios de producción y a las mercancías en general), requiere cumplir con dos pasos sucesivos. El primero, comenzar a compilar la información necesaria para el cálculo de la Balanza de Pagos Tecnológicos, de modo de dar cuenta de las transacciones relacionadas a la propiedad industrial y los servicios tecnológicos. Para ello, se sugiere la medición de las partidas incluidas en el *TBP Manual* de la OCDE. El segundo, complementar esta información con estudios y mediciones del análisis del contenido tecnológico de las mercancías intercambiadas con el exterior, evaluando tanto los elementos inmediatos como los mediatos que incorporan conocimiento y tecnología a dichas mercancías. En este caso, se recomienda adoptar la metodología desarrollada por Hatzichronoglou (1997) y adoptada por la OCDE.

Los indicadores que se proponen son relativamente sencillos en cuanto a la información necesaria para su implementación y ofrecen una primera medición del comercio internacional de tecnología.

Se proponen nueve indicadores:

1. Las exportaciones de bienes de alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales informan sobre la intensidad y perfil del comercio internacional de tecnología del país.
2. Las exportaciones de bienes de media-alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales informan sobre la intensidad y perfil del comercio internacional de tecnología del país.
3. Las importaciones de bienes de alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales informan sobre la intensidad y perfil del comercio internacional de tecnología del país.
4. Las importaciones de bienes de media-alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales informan sobre la intensidad y perfil del comercio internacional de tecnología del país.
5. La Balanza comercial en bienes de alta tecnología informa sobre la autonomía/dependencia del país en este tipo de bienes y las ventajas comparativas.
6. La Balanza comercial en bienes de media-alta tecnología informa sobre la suficiencia/dependencia del país en este tipo de bienes y las ventajas comparativas.
7. La balanza de pagos por servicios tecnológicos informa sobre la suficiencia/dependencia de este tipo de servicios.
8. La balanza de pagos tecnológicos informa sobre la suficiencia/dependencia tecnológica del país.
9. La inversión extranjera directa para actividades de I+D respecto al total de inversión extranjera directa informa sobre la atracción del país para las actividades de I+D.

La implementación de estos indicadores requiere información sobre los parámetros que se indican.

- *Valor de las exportaciones de bienes de alta tecnología.*
- *Valor total de las exportaciones nacionales.*
- *Valor de las exportaciones de bienes de media-alta tecnología.*
- *Valor de las importaciones de bienes de alta tecnología.*
- *Valor de las importaciones de bienes de media-alta tecnología.*
- *Valor total de las importaciones nacionales.*
- *Pagos internacionales por servicios tecnológicos.* Se refiere a estudios de ingeniería, asistencia técnica, contratos de capacitación entre

empresas, y gestión, administración o financiamiento de la I+D llevada a cabo en el extranjero.

- *Ingresos internacionales por servicios tecnológicos.* Se refiere a estudios de ingeniería, asistencia técnica, contratos de capacitación entre empresas, y gestión, administración o financiamiento de la I+D llevada a cabo en el extranjero.
- *Pagos tecnológicos internacionales.* Se refiere a transacciones relacionadas con patentes, licencias, técnicas, procesos y *know-how*, marcas comerciales y diseños.
- *Ingresos tecnológicos internacionales.* Se refiere a transacciones relacionadas con patentes, licencias, técnicas, procesos y *know-how*, marcas comerciales y diseños.
- *Inversión extranjera directa para actividades de I+D.*
- *Total de inversión extranjera directa.*
- *Total del gasto en I+D del país.*

Para el análisis y cálculo de estos parámetros se recomienda consultar:

Hatzichronoglou T. (1997), "Revision of the high-technology sector and product classification", OCDE STI Working Papers 1997/2, París, 1997.

OCDE (1990), "Proposed standard method of compiling and interpreting Technology Balance of Payments data - TBP Manual", París, julio.

OCDE (2000), "Technology Balance of Payments – Sources & Methods", DSTI, París, diciembre.

En esta bibliografía se encuentran definiciones y recomendaciones. Dicha aplicación debe realizarse ya sea obteniendo las informaciones necesarias que se pueden obtener de fuentes secundarias (bancos centrales, organismos gubernamentales), en el caso de que existan y estén disponibles, o incluyendo preguntas en las distintas encuestas que se realizan en el ámbito empresarial (industriales, de innovación) de modo de conocer cuáles son los ingresos netos que obtienen las empresas por la exportación neta de tecnología y servicios tecnológicos.

La tabla 14 muestra el resumen de los indicadores que se proponen para el comercio internacional de tecnología.

TABLA 14. INDICADORES DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADOR
Comercio internacional de tecnología incorporada	Intensidad	Porcentaje de las exportaciones de bienes de alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales.
		Porcentaje de exportaciones de bienes de media-alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales.
		Porcentaje de importaciones de bienes de alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales.
		Porcentaje de importaciones de bienes de media-alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales.
Comercio internacional de tecnología no incorporada	Dependencia	Relación entre ingresos y pagos por bienes de alta tecnología.
		Relación entre ingresos y pagos en bienes de media-alta tecnología.
	Dependencia	Relación entre ingresos y pagos por servicios tecnológicos
		Relación entre ingresos y pagos por compra de tecnología.
	Atracción	Porcentaje de la inversión extranjera directa para actividades de I+D respecto al total de inversión extranjera directa.

4.3.4 Empresas innovadoras de base tecnológica.

Existen abundantes estudios donde se constata que la capacidad competitiva de una nación y su potencial de desarrollo económico no dependen en exclusiva de las innovaciones de las empresas ya existentes, sino, también de su capacidad para crear nuevas empresas innovadoras de base tecnológica. Estas empresas son productoras de bienes y servicios con un alto valor añadido, cuya actividad económica principal se basa en conocimientos científicos y tecnológicos desarrollados en áreas como la informática, biotecnología, electrónica, nanotecnología, información y comunicaciones y en otras. En determinadas condiciones estas empresas tienen un gran impacto en sectores industriales estratégicos para el desarrollo económico y social de un país o de una región.

La dimensión internacional en la creación de empresas innovadoras de base tecnológica se expresa cuando estas empresas son consecuencia de la transferencia y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos obtenidos por la investigación en un contexto de cooperación internacional o por inversión directa de empresas extranjeras.

El origen de las empresas puede ser variado. Pueden ser “spin off” de instituciones públicas, como universidades, centros de investigación y centros

tecnológicos, iniciativas privadas nacionales, acuerdos con empresas extranjeras para la implantación en el país e iniciativas propias de empresas extranjeras.

La definición de indicadores de internacionalización de las empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país, requiere la identificación del origen de los conocimientos que sirven de base para estas empresas o el origen internacional de las mismas. En el primer caso, los conocimientos generados deben proceder de actividades de cooperación científica y tecnológica internacional a través de proyectos conjuntos entre instituciones o de alianzas y consorcios internacionales entre empresas. En el segundo, los conocimientos pueden haber sido generados exclusivamente en el exterior, pero transferidos y explotados en el país por las nuevas empresas, como filiales de las empresas extranjeras o con capital mixto nacional y extranjero.

Se proponen cuatro indicadores para medir la dimensión internacional en la creación de empresas de base tecnológica.

1. Las nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas por instituciones públicas como resultado de investigaciones con cooperación internacional respecto al total de empresas de este tipo creadas en un período de tiempo determinado, informa sobre la intensidad de la dimensión internacional en la creación de estas empresas y sobre el impacto en la economía nacional de las actividades científicas y tecnológicas de la cooperación internacional, a través de la transferencia, aplicación y explotación de los resultados obtenidos.
2. Las nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas por empresas privadas como resultado de investigaciones con cooperación internacional respecto al total de empresas de este tipo creadas en un período de tiempo determinado, informa sobre la intensidad de la dimensión internacional en la creación de estas empresas y sobre el impacto en la economía nacional de las actividades científicas y tecnológicas de la cooperación internacional, a través de la transferencia, aplicación y explotación de los resultados obtenidos.
3. Las nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país por iniciativas extranjeras como resultado de negociaciones gubernamentales respecto al total de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país, informa sobre la capacidad de atracción internacional del país.
4. Las nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país por iniciativa extranjera respecto al total de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país, informa sobre la capacidad de atracción internacional del país.

La implementación de estos indicadores requiere obtener información sobre los siguientes parámetros.

- *Número de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas por instituciones públicas como resultado de investigaciones con cooperación internacional.* Se refiere al número total de este tipo de empresas creadas en un período de tiempo determinado.
- *Número de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas por empresas privadas como resultado de investigaciones con cooperación internacional.* Se refiere al número total de este tipo de empresas creadas en un período de tiempo determinado.
- *Número de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país por iniciativas extranjeras como resultado de negociaciones gubernamentales.* Se refiere al número total de este tipo de empresas creadas en un período de tiempo determinado.
- *Número de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país por iniciativa extranjera.* Se refiere al número total de este tipo de empresas creadas en un período de tiempo determinado.

Estos parámetros se pueden desagregar por temas y por países contraparte en las investigaciones realizadas con cooperación internacional o por el país de origen de la inversión para la creación de las nuevas empresas.

La aplicación de los indicadores requiere acceso a la información sobre las empresas creadas en el país, sobre su naturaleza y el origen de las iniciativas. Estas informaciones se pueden obtener de las estadísticas oficiales y a través de encuestas.

La tabla 15 muestra el resumen de los indicadores de internacionalización de la creación de empresas de base tecnológica.

TABLA 15 INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA CREACIÓN DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Creación de empresas de base tecnológica	Intensidad	Porcentaje de empresas innovadoras de base tecnológica creadas por instituciones públicas como resultado de investigaciones con cooperación internacional respecto al total de empresas de este tipo creadas en un período de tiempo determinado.
		Porcentaje de empresas innovadoras de base tecnológica creadas por empresas privadas como resultado de investigaciones con cooperación internacional respecto al total de empresas de este tipo creadas en un período de tiempo determinado.
	Atracción	Porcentaje de empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país por iniciativas extranjeras como resultado de negociaciones gubernamentales respecto al total de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país en un período de tiempo determinado.

		Porcentaje de empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país por iniciativa extranjera respecto al total de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país en un período de tiempo determinado.
--	--	--

4.3.5 Acreditación y normalización internacionales.

La certificación internacional de instituciones, laboratorios e instalaciones científicas y centros tecnológicos, así como la homologación internacional de procesos y certificados técnicos, constituyen una credencial de calidad y de cumplimiento de ciertos estándares que facilita las actividades internacionales,

La acreditación internacional de carreras y programas docentes favorece la movilidad de estudiantes de postgrado, la captación de estudiantes extranjeros y la internacionalización de las universidades. El desarrollo de la educación transnacional y virtual están creando espacios muy abiertos en la educación superior con una creciente competencia entre universidades y mayores exigencias de calidad en los programas de estudio.

La dimensión internacional de las certificaciones, acreditaciones y normalizaciones viene dada por la entidad que concede estos reconocimientos y su validez a nivel internacional dentro del ámbito al que corresponden.

Se proponen seis indicadores para medir la dimensión internacional de la acreditación y la normalización de las instituciones del país.

1. El número de laboratorios e instalaciones científicas certificadas por entidades internacionales respecto al total de laboratorios e instalaciones científicas existentes en el país, informa sobre la intensidad de la dimensión internacional y el reconocimiento internacional.
2. El número de centros tecnológicos certificados por entidades internacionales respecto al total de centros tecnológicos existentes en el país, informa sobre la intensidad de la dimensión internacional y el reconocimiento internacional.
3. El número de servicios técnicos homologados por entidades internacionales respecto al total de servicios técnicos existentes en el país, informa sobre la intensidad de la dimensión internacional y el reconocimiento internacional.
4. El número de empresas con certificación de cumplimiento de normas de calidad con estándares internacionales del total de empresas existentes en el país, informa sobre la intensidad de la dimensión internacional y el reconocimiento internacional.
5. El número de titulaciones universitarias con acreditación internacional respecto al total de titulaciones ofertadas en el país, informa sobre la

intensidad de la dimensión internacional y el reconocimiento internacional.

6. El número de programas de postgrado con acreditación internacional respecto al total de programas de postgrado ofertados en el país, informa sobre la intensidad de la dimensión internacional y el reconocimiento internacional.

La implementación de estos indicadores requiere obtener información sobre los siguientes parámetros.

- *Número de laboratorios e instalaciones científicas certificadas por entidades internacionales.*
- *Número total de laboratorios e instalaciones científicas existentes en el país.*
- *Número de centros tecnológicos certificados por entidades internacionales.*
- *Número total de centros tecnológicos existentes en el país.*
- *Número de servicios técnicos homologados por entidades internacionales.*
- *Número total de servicios técnicos existentes en el país.*
- *Número de empresas con certificación de cumplimiento de normas de calidad con estándares internacionales.*
- *Número total de empresas existentes en el país.*
- *Número de titulaciones universitarias con acreditación internacional.*
- *Número total de titulaciones ofertadas en el país.*
- *Número de programas de postgrado con acreditación internacional.*
- *Número total de programas de postgrado ofertados en el país.*

La información sobre estos parámetros se puede obtener de los registros industriales y de educación superior, que deberán complementarse con encuestas.

La tabla 16 muestra el resumen de los indicadores de internacionalización de la creación de empresas de base tecnológica.

TABLA 16. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACION DE LA ACREDITACIÓN Y NORMALIZACIÓN		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Certificación	Intensidad	Porcentaje de laboratorios e instalaciones científicas certificadas por entidades internacionales respecto al total de laboratorios e instalaciones científicas existentes en el país.
		Porcentaje de centros tecnológicos certificados por entidades internacionales respecto al total de centros tecnológicos existentes en el país.
Homologación y Normalización	Intensidad	Porcentaje de servicios técnicos homologados por entidades internacionales respecto al total de servicios técnicos existentes en el país.
		Porcentaje de empresas con certificación de cumplimiento de normas de calidad con estándares internacionales del total de empresas existentes en el país.
Acreditación	Intensidad	Porcentaje de titulaciones universitarias con acreditación internacional respecto al total de titulaciones ofertadas en el país.
		Porcentaje de programas de postgrado con acreditación internacional respecto al total de programas de postgrado ofertados en el país.

4.3.6 Premios y liderazgos internacionales.

La concesión de premios por entidades extranjeras a miembros de la comunidad científica y tecnológica y a las instituciones de ciencia y tecnología del país constituye una muestra de visibilidad y reconocimiento internacional.

La participación de investigadores en puestos directivos de asociaciones y organizaciones científicas internacionales, así como en comités y paneles internacionales es también una muestra de liderazgo internacional de la comunidad científica y del país.

Se proponen seis indicadores para medir el reconocimiento internacional de investigadores e instituciones.

Los indicadores ofrecen información sobre el grado de reconocimiento internacional de las aportaciones científicas de los investigadores e instituciones y sobre el grado de la proyección, liderazgo e influencia de la comunidad científica del país en el contexto científico internacional.

1. El número de premios y distinciones científicas internacionales concedidas a investigadores del país respecto al total de investigadores informa sobre el reconocimiento internacional de la comunidad científica nacional.

2. El número de premios y distinciones internacionales a instituciones de educación superior y organismos de investigación respecto al total de instituciones del país informa sobre el reconocimiento internacional de las instituciones nacionales.
3. El número de investigadores nacionales en comités editoriales de revistas internacionales respecto al total de investigadores informa sobre el liderazgo y reconocimiento internacional de la comunidad científica nacional.
4. El número de investigadores nacionales en puestos directivos de asociaciones y organizaciones científicas internacionales respecto al total de investigadores informa sobre el liderazgo y reconocimiento internacional de la comunidad científica nacional.
5. El número de investigadores nacionales en comités científicos y organizadores de eventos internacionales celebrados en el extranjero respecto al total de investigadores informa sobre el liderazgo y reconocimiento internacional de la comunidad científica nacional.
6. El número de investigadores nacionales en paneles y grupos de trabajo en actividades de evaluación, asesoría y consultoría internacional respecto al total de investigadores informa sobre el liderazgo y reconocimiento internacional de la comunidad científica nacional.

La implementación de estos indicadores requiere obtener información sobre los siguientes parámetros.

- *Número de premios y distinciones científicas internacionales concedidas a investigadores del país.*
- *Número total de investigadores del país.*
- *Número de premios y distinciones internacionales a instituciones de educación superior y organismos de investigación.*
- *Número de investigadores nacionales en comités editoriales de revistas internacionales.*
- *Número de investigadores nacionales en puestos directivos de asociaciones y organizaciones científicas internacionales.*
- *Número de investigadores nacionales en comités científicos y organizadores de eventos internacionales celebrados en el extranjero.*
- *Número de investigadores nacionales en paneles y grupos de trabajo en actividades de evaluación, asesoría y consultoría internacional.*

La información sobre estos parámetros requiere tener disponibles fuentes actualizadas. El análisis de los *Curricula*, de las Memorias de las Instituciones y las encuestas son posibles fuentes de información.

La tabla 17 muestra el resumen de los indicadores de internacionalización de los premios y liderazgos científicos.

TABLA 17. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN DE PREMIOS Y LIDERAZGOS CIENTÍFICOS		
DIMENSIÓN INTERNACIONAL	CRITERIO	INDICADORES
Premios y distinciones	Liderazgo	Porcentaje de investigadores del país que han recibido premios y distinciones científicas internacionales respecto al total de investigadores.
		Porcentaje de instituciones de educación superior y organismos de investigación que han recibido premios y distinciones internacionales respecto al total de instituciones del país.
Comités		Porcentaje de investigadores nacionales en comités editoriales de revistas internacionales respecto al total de investigadores
		Porcentaje de investigadores nacionales en puestos directivos de asociaciones y organizaciones científicas internacionales respecto al total de investigadores.
		Porcentaje de investigadores nacionales en comités científicos y organizadores de eventos internacionales celebrados en el extranjero respecto al total de investigadores.
		Porcentaje de investigadores nacionales en paneles y grupos de trabajo en actividades de evaluación, asesoría y consultoría internacional respecto al total de investigadores.

CAPÍTULO 5. APLICACIONES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS INDICADORES.

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 estos 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 miembro de la RICYT.

5.1. Guía para la autoevaluación del grado de internacionalización de la ciencia y la tecnología.

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 SCT nacional o institucional. La diferenciación que se ha realizado en este Manual para el diseño de los indicadores entre elementos dentro del SCT 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.

Las tablas 6 a 17 muestran la clasificación de los indicadores de internacionalización por los siguientes elementos del SCT:

- Políticas de fomento de la I+D
- Acuerdos y Convenios internacionales
- Formación y movilidad de investigadores
- Proyectos de I+D
- Redes, consorcios y asociaciones
- Infraestructura y centros internacionales de I+D
- Publicaciones científicas
- Patentes
- Comercio internacional de tecnología
- Empresas de base tecnológica
- Acreditación y normalización
- Premios y liderazgos científicos.

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.

Para la aplicación de los indicadores con el objetivo de caracterizar el modelo de internacionalización del país o institución, se pueden agrupar de acuerdo a los criterios que se han descrito en el capítulo 4.

La Tabla 18 muestra los criterios utilizados y el número de indicadores que les corresponden. Debe señalarse que algunos criterios están muy relacionados, de modo que los indicadores pueden ofrecer información para más de uno de ellos.

TABLA 18. NÚMERO DE INDICADORES POR CRITERIOS DE LOS INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN	
CRITERIO	NÚMERO DE INDICADORES
Intensidad de la dimensión internacional en el SCT	53
Concentración de la dimensión internacional en el SCT	12
Equilibrio de género en la internacionalización del SCT	11
Liderazgo internacional del SCT	9
Dependencia internacional del SCT	8
Atracción internacional del país / institución	8
Diversidad temática de la dimensión internacional del SCT	8
Diversidad geográfica de la dimensión internacional del SCT	7
Visibilidad internacional del SCT	7
Simetría en los procesos de internacionalización del SCT	6
Impacto internacional del SCT	6
Asociabilidad en los procesos de internacionalización del SCT	2

La tabla 19 muestra la relación de indicadores clasificados por criterios

TABLA 19. INDICADORES DE INTERNACIONALIZACIÓN CLASIFICADOS POR CRITERIOS	
CRITERIO: <i>Intensidad de la dimensión internacional en el SCT</i>	
1	Porcentaje del gasto nacional en I+D asignado a acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto público nacional en I+D.
2	Porcentaje del gasto procedente de los recursos nacionales y de las fuentes externas en acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto en I+D.

3	Porcentaje del gasto nacional en formación de doctores en el exterior respecto al gasto total nacional dedicado al fomento de la dimensión internacional en los SCT
4	Porcentaje del gasto nacional en formación de doctores en el exterior respecto al gasto público nacional dedicado a la formación de doctores
5	Porcentaje del gasto nacional en el fomento del retorno de los investigadores formados en el exterior respecto al gasto total (nacional y de fuentes externas) en la formación de doctores en el exterior
6	Porcentaje del gasto total (nacional y de fuentes externas) para el fomento de la movilidad, tanto al exterior de investigadores nacionales como al país de investigadores extranjeros, respecto al gasto total en el fomento de la dimensión internacional en el SCT.
7	Porcentaje del gasto nacional en el fomento de proyectos de I+D con una dimensión internacional respecto al total del gasto nacional dedicado al fomento de la dimensión internacional en el SCT.
8	Porcentaje del gasto nacional en el fomento de proyectos de I+D con una dimensión internacional respecto al gasto nacional dedicado al fomento de los proyectos de investigación.
9	Porcentaje del gasto nacional en el pago de cuotas para la participación del país en organizaciones, programas, consorcios y redes internacionales respecto al total del gasto dedicado al fomento de la dimensión internacional en el SCT.
10	Porcentaje del gasto nacional aplicado a los acuerdos intergubernamentales suscritos con acciones de I+D respecto al número total de estos acuerdos.
11	Porcentaje del total del gasto nacional y de los recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al total de acuerdos suscritos
12	Porcentaje del total del gasto nacional y de los recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto total del país en I+D.
13	Porcentaje del gasto nacional aplicado a los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto nacional en el fomento de la dimensión internacional del SCT.
14	Porcentaje de los recursos externos aplicados a acciones de I+D nacionales respecto al gasto del país en el fomento de la dimensión internacional del SCT
15	Porcentaje del total del gasto nacional y de los recursos externos aplicados a actividades de I+D nacionales en los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al gasto del país en el fomento de la dimensión internacional del SCT.
16	Porcentaje de investigadores con grado de doctor obtenido en el extranjero respecto al número total de investigadores del país.
17	Porcentaje de graduados que han obtenido sus doctorados en el exterior respecto al número de graduados que han obtenido sus títulos de doctor en el país en un año determinado.
18	Porcentaje de programas de doctorado nacionales que se imparten en el país en colaboración con universidades extranjeras respecto al total de la oferta de programas de doctorado del país.
19	Porcentaje de investigadores extranjeros que trabajan de forma estable en el país respecto al número total de investigadores del país
20	Porcentaje de investigadores nacionales con pasantías de más de tres meses en el exterior respecto al número total de investigadores del país en el año de referencia
21	Porcentaje de proyectos de I+D ejecutados conjuntamente con investigadores de otros países del total de proyectos de I+D ejecutados en el país.

22	Porcentaje de investigadores nacionales participantes en proyectos conjuntos respecto al total de investigadores del país.
23	Porcentaje de redes internacionales de I+D en las que participa el país por 1000 investigadores del país.
24	Porcentaje de consorcios internacionales de I+D en las que participa el país por 1000 investigadores del país.
25	Porcentaje de asociaciones científicas internacionales en las que participan investigadores del país por 1000 investigadores del país.
26	Porcentaje de investigadores nacionales que participan en redes internacionales de I+D respecto al total de investigadores del país.
27	Porcentaje de investigadores nacionales que participan en consorcios internacionales de I+D respecto al total de investigadores del país.
28	Porcentaje de investigadores nacionales que participan en asociaciones científicas internacionales respecto al total de investigadores del país.
29	Número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país por 1000 investigadores del país.
30	Número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio por 1000 investigadores de este país.
31	Porcentaje de investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en el país respecto al total de investigadores del país.
32	Porcentaje de investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países respecto al total de investigadores del país.
33	Porcentaje del gasto nacional anual en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al gasto total en acciones con una dimensión internacional.
34	Porcentaje del gasto nacional anual en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al gasto total en I+D del país.
35	Porcentaje de copublicaciones científicas internacionales respecto del total de publicaciones del país.
36	Porcentaje de investigadores del país que son autores de copublicaciones internacionales respecto del total de los investigadores nacionales.
37	Porcentaje de instituciones nacionales participantes en las copublicaciones internacionales respecto al total de instituciones científicas.
38	Porcentaje de investigadores participantes activos en eventos internacionales, bien mediante invitación o mediante la aceptación formalizada de la presentación de ponencias y comunicaciones, respecto al total de investigadores nacionales.
39	Porcentaje de copatentes internacionales diferentes solicitadas en oficinas nacionales e internacionales en las que aparecen investigadores de dos o más países entre los inventores respecto al total de patentes solicitadas por el país en un período de tiempo dado.
40	Porcentaje de copatentes internacionales diferentes registradas en oficinas nacionales e internacionales por instituciones del país junto a instituciones de otros países independientemente de la nacionalidad de los inventores respecto del total de patentes registradas por el país.
41	Porcentaje de investigadores diferentes del país en copatentes internacionales diferentes solicitadas en oficinas nacionales e internacionales respecto al total de investigadores del país.

42	Porcentaje de las exportaciones de bienes de alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales.
43	Porcentaje de exportaciones de bienes de media-alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales.
44	Porcentaje de importaciones de bienes de alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales.
45	Porcentaje de importaciones de bienes de media-alta tecnología respecto al total de exportaciones nacionales.
46	Porcentaje de empresas innovadoras de base tecnológica creadas por instituciones públicas como resultado de investigaciones con cooperación internacional respecto al total de empresas de este tipo creadas en un período de tiempo determinado.
47	Porcentaje de empresas innovadoras de base tecnológica creadas por empresas privadas como resultado de investigaciones con cooperación internacional respecto al total de empresas de este tipo creadas en un período de tiempo determinado.
48	Porcentaje de laboratorios e instalaciones científicas certificadas por entidades internacionales respecto al total de laboratorios e instalaciones científicas existentes en el país.
49	Porcentaje de centros tecnológicos certificados por entidades internacionales respecto al total de centros tecnológicos existentes en el país.
50	Porcentaje de servicios técnicos homologados por entidades internacionales respecto al total de servicios técnicos existentes en el país.
51	Porcentaje de empresas con certificación de cumplimiento de normas de calidad con estándares internacionales del total de empresas existentes en el país.
52	Porcentaje de titulaciones universitarias con acreditación internacional respecto al total de titulaciones ofertadas en el país.
53	Porcentaje de programas de postgrado con acreditación internacional respecto al total de programas de postgrado ofertados en el país.
CRITERIO: <i>Concentración de la dimensión internacional del SCT.</i>	
54	Porcentaje de recursos externos captados de cada país contraparte respecto al total de recursos captados a través de los acuerdos.
55	Porcentaje de los proyectos conjuntos entre los países contraparte participantes.
56	Porcentaje de proyectos conjuntos entre los campos temáticos.
57	Porcentaje de la financiación externa de los proyectos conjuntos entre los diferentes tipos de fuentes: organismos internacionales, países extranjeros y otras.
58	Porcentajes del total de proyectos conjuntos entre los investigadores nacionales participantes.
59	Relación entre el número de investigadores nacionales diferentes que participan en las redes internacionales de I+D y el número total de redes internacionales en las que se participa.
60	Relación entre el número de investigadores nacionales diferentes que participan en consorcios internacionales de I+D y el número total de consorcios internacionales en las que se participa.
61	Relación entre el número de investigadores nacionales diferentes que participan en asociaciones científicas internacionales y el número total de asociaciones internacionales en

	las que se participa
62	Número de instituciones extranjeras diferentes participantes en las copublicaciones internacionales respecto al número de instituciones del país participantes en las mismas.
63	Porcentajes de las copublicaciones de cada autor diferente del país en las copublicaciones internacionales respecto al total de las mismas.
64	Porcentajes de las participaciones de cada institución diferente del país en las copublicaciones internacionales respecto al total de las mismas.
65	Porcentajes del total de copatentes internacionales diferentes solicitadas en oficinas nacionales e internacionales entre los investigadores individuales del país participante en las mismas.
CRITERIO: <i>Equilibrio de género en la internacionalización del SCT.</i>	
66	Porcentaje de mujeres entre los investigadores de la comunidad científica nacional con grado de doctor obtenido en el extranjero.
67	Porcentaje de mujeres entre los graduados que han obtenido dos doctorados en el exterior en un año determinado.
68	Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales participantes en proyectos conjuntos internacionales de I+D.
69	Porcentaje de mujeres del país que son las Investigadoras Principales del total de proyectos conjuntos liderados por investigadores del país.
70	Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales que participan en redes internacionales de I+D.
71	Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales que participan en asociaciones científicas internacionales.
72	Porcentaje de mujeres entre los investigadores del país que forman parte de comités directivos de las redes, consorcios y asociaciones en las que se participa.
73	Porcentaje de mujeres entre los investigadores del país participando en actividades de las infraestructuras y centros internacionales con sede en el país e infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países.
74	Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales en puestos directivos en infraestructuras y centros internacionales con sede en el país e infraestructuras y centros internacionales con sede en otros países.
75	Porcentaje de mujeres entre los autores del país de copublicaciones internacionales.
76	Porcentaje de mujeres entre los investigadores del país en copatentes internacionales solicitadas en oficinas nacionales e internacionales.
CRITERIO: <i>Dependencia internacional del SCT.</i>	
77	Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables en acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto público nacional en I+D.
78	Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables en acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto público nacional dedicado a estos fines.
79	Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables para la formación de doctores respecto al gasto nacional para este fin.
80	Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables para proyectos conjuntos de I+D respecto al gasto nacional para este fin.

81	Relación entre ingresos y pagos por bienes de alta tecnología.
82	Relación entre ingresos y pagos por bienes de media-alta tecnología.
83	Relación entre ingresos y pagos por servicios tecnológicos.
84	Relación entre ingresos y pagos por compra de tecnología.
CRITERIO: Liderazgo internacional del SCT.	
85	Porcentaje de investigadores del país que son Investigadores Principales de proyectos conjuntos.
86	Porcentaje de investigadores del país que forman parte de los comités directivos de las redes, consorcios y asociaciones en las que se participa respecto al total de investigadores que participan en estas modalidades de colaboración.
87	Porcentajes de investigadores nacionales en puestos directivos en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al total de instalaciones.
88	Porcentaje de investigadores del país que han recibido premios y distinciones científicas internacionales respecto al total de investigadores.
89	Porcentaje de instituciones de educación superior y organismos de investigación que han recibido premios y distinciones internacionales respecto al total de instituciones del país.
90	Porcentaje de investigadores nacionales en comités editoriales de revistas internacionales respecto al total de investigadores.
91	Porcentaje de investigadores nacionales en puestos directivos de asociaciones y organizaciones científicas internacionales respecto al total de investigadores.
92	Porcentaje de investigadores nacionales en comités científicos y organizadores de eventos internacionales celebrados en el extranjero respecto al total de investigadores.
93	Porcentaje de investigadores nacionales en paneles y grupos de trabajo en actividades e evaluación, asesoría y consultoría internacional respecto al total de investigadores.
CRITERIO: Atracción internacional del país / institución	
94	Porcentaje de la inversión extranjera directa en actividades de I+D respecto el total del gasto nacional en I+D.
95	Porcentaje de los recursos externos aplicados a acciones nacionales de I+D procedentes de los acuerdos intergubernamentales suscritos respecto al número total de acuerdos suscritos.
96	Porcentaje de graduados extranjeros que han obtenido el título de doctor en el país respecto al total de graduados que han obtenido el título de doctor en el país en un año de referencia.
97	Porcentaje de investigadores extranjeros con pasantías de más de tres meses en el país respecto al número total de investigadores del país en el año de referencia
98	Porcentaje de las patentes de inventores extranjeros registradas en la Oficina nacional de patentes respecto al total de patentes registradas en esta oficina.
99	Porcentaje de la inversión extranjera directa para actividades de I+D respecto al total de inversión extranjera directa.
100	Porcentaje de empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país por iniciativas extranjeras como resultado de negociaciones gubernamentales respecto al total de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país en un período de tiempo determinado.

101	Porcentaje de empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país por iniciativa extranjera respecto al total de nuevas empresas innovadoras de base tecnológica creadas en el país en un período de tiempo determinado.
CRITERIO: <i>Diversidad temática de la dimensión internacional del SCT</i>	
102	Porcentaje de acuerdos intergubernamentales en los campos temáticos respecto al número total de acuerdos.
103	Porcentaje de investigadores con doctorados obtenidos en el exterior por campos temáticos.
104	Porcentajes entre campos temáticos de las redes, consorcios y asociaciones internacionales en las que se participa
105	Porcentajes de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país entre campos temáticos.
106	Porcentajes de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio entre campos temáticos.
107	Porcentajes de las copublicaciones internacionales entre campos temáticos.
108	Porcentajes entre campos temáticos de los artículos de autores del país citados en artículos científicos de otros autores
109	Porcentaje de las copatentes internacionales diferentes registradas en oficinas nacionales e internacionales entre campos temáticos.
CRITERIO: <i>Diversidad geográfica en la dimensión internacional de la I+D.</i>	
110	Porcentaje del número de acuerdos con cada país contraparte respecto al total del número de acuerdos bilaterales y multilaterales.
111	Porcentaje de investigadores con doctorados obtenidos en el exterior entre los países que han concedido los títulos.
112	Porcentajes entre países extranjeros de las redes, consorcios y asociaciones internacionales en las que se participa.
113	Porcentajes de las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país entre los países socios de las mismas.
114	Porcentajes de las infraestructuras y centros de I+D con sede en otros países en los que el país de referencia participa como socio entre el conjunto de países socios.
115	Porcentajes de las copublicaciones internacionales entre los países participantes en las mismas.
116	Porcentajes de las copatentes internacionales diferentes registradas en oficinas nacionales e internacionales entre los países participantes en las mismas.
CRITERIO: <i>Visibilidad internacional del SCT</i>	
117	Porcentaje de artículos científicos del país que están recogidas en bases de datos bibliográficas internacionales respecto al total de la producción científica del país.
118	Porcentaje de artículos científicos del país que están recogido en bases de datos bibliográficas internacionales respecto al total de artículos recogidos en estas bases.
119	Porcentaje de revistas científicas publicadas en el país que están recogidas en bases de datos internacionales

120	Porcentaje de investigadores del país participantes en comités editoriales de publicaciones internacionales del total de investigadores nacionales
121	Porcentaje de <i>webs</i> de instituciones científicas del país que tienen enlaces en las <i>web</i> de instituciones extranjeras.
122	Porcentaje de patentes del país solicitadas en Oficinas de patentes internacionales respecto a las patentes del país solicitadas en la Oficina nacional de patentes.
123	Porcentaje de patentes del país registradas en Oficinas de patentes internacionales respecto a las patentes del país registradas en la Oficina nacional de patentes.
CRITERIO: <i>Simetría en los procesos de internacionalización</i>	
124	Porcentaje del gasto nacional en el marco de acuerdos intergubernamentales suscritos respecto a los recursos externos captados aplicados a acciones nacionales de I+D.
125	Porcentaje de investigadores nacionales del total de investigadores participantes en los proyectos conjuntos, desagregando proyectos bilaterales, trilaterales y multilaterales.
126	Porcentaje de las contribuciones nacionales del total de los presupuestos de los proyectos conjuntos.
127	Porcentaje del gasto nacional en las infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país y en instalaciones en las que el país es socio ubicadas en otros países respecto al presupuesto total de estas instalaciones.
128	Porcentaje de autores diferentes del país del total de coautores diferentes en la copublicaciones internacionales.
129	Porcentaje de los investigadores diferentes del país del total de investigadores diferentes que aparecen como inventores en las copatentes internacionales solicitadas en oficinas nacionales e internacionales.
CRITERIO: <i>Impacto internacional.</i>	
130	Porcentaje de investigadores nacionales que trabajan de forma estable en el extranjero respecto al número total de investigadores del país de origen.
131	Porcentaje de artículos científicos del país respecto al total de la producción científica que son citados en artículos de otros autores publicados en revistas internacionales.
132	Porcentaje del total de citas de artículos científicos del país en el conjunto total de citas en una base de datos determinada.
133	Porcentaje de citas de artículos científicos del país en el conjunto total de citas en un periodo y una base de datos determinada respecto al porcentaje de artículos del país recogidos en esa base de datos.
134	Porcentaje de artículos científicos del país respecto al total de la producción científica que son citados en los documentos de solicitud de patentes de otros países.
135	Porcentaje de patentes del país con licencias de explotación por instituciones y empresas de otros países respecto al total de patentes registradas del país.
CRITERIO: <i>Asociabilidad en los procesos de internacionalización</i>	
136	Porcentaje de proyectos conjuntos entre los de carácter bilateral, trilateral y multilateral.
137	Porcentaje de copublicaciones internacionales bilaterales, trilaterales y multilaterales del total de copublicaciones.

Con relación a la utilización de los indicadores para la caracterización de la internacionalización de un SCT 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 ofrecen una primera imagen de la internacionalización que deberá completarse con otros tipos de estudios y análisis.

5.2 Medición y comparación del grado de internacionalización de los países miembros de la RICYT.

La familia de 137 indicadores propuesta para los ejercicios de autoevaluación resulta excesivamente numerosa 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 20 muestra los criterios que se han utilizado para la selección de los indicadores.

TABLA 20. 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 futuros.

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 SCT.

En un primer ejercicio para la selección de los indicadores se ha obtenido una “lista larga” con los 22 indicadores que se muestran en la Tabla 21.

TABLA 21. INDICADORES SELECCIONADOS DE INTERNACIONALIZACIÓN (LISTA LARGA)	
1	Porcentaje del gasto público nacional en I+D asignado a acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto público nacional en I+D.
2	Porcentaje del gasto público nacional en formación de doctores en el exterior respecto al gasto público nacional dedicado a la formación de doctores
3	Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables en acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto público nacional en I+D.
4	Porcentaje de la inversión extranjera directa en actividades de I+D respecto el total del gasto nacional en I+D.
5	Porcentaje de investigadores con grado de doctor obtenido en el extranjero respecto al número total de investigadores del país con grado de doctor.
6	Porcentaje de graduados extranjeros que han obtenido el título de doctor en el país respecto al total de graduados que han obtenido el título de doctor en el país en un año de referencia.
7	Porcentaje de programas de doctorado nacionales que se imparten en el país en colaboración con universidades extranjeras respecto al total de la oferta de programas de doctorado del país.
8	Porcentaje de proyectos de I+D ejecutados conjuntamente con investigadores de otros países del total de proyectos de I+D ejecutados en el país.
9	Porcentaje de mujeres entre los investigadores nacionales participantes en proyectos conjuntos.
10	Número de infraestructuras y centros internacionales de I+D con sede en el país por 1000 investigadores del país
11	Porcentaje de copublicaciones científicas internacionales respecto del total de publicaciones del país.
12	Porcentaje de investigadores del país que son autores de copublicaciones internacionales respecto del total de los investigadores nacionales.
13	Porcentaje de mujeres entre los autores del país de copublicaciones internacionales.
14	Porcentaje de autores diferentes del país del total de coautores diferentes en la copublicaciones internacionales.
15	Porcentaje del total de citas de artículos científicos del país en el conjunto total de citas en una base de datos determinada.
16	Porcentaje de revistas científicas publicadas en el país que están recogidas en bases de datos internacionales

17	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.
18	Porcentaje de patentes del país con licencias de explotación por instituciones y empresas de otros países respecto al total de patentes registradas del país.
19	Relación entre ingresos y pagos en bienes de media-alta tecnología.
20	Relación entre ingresos y pagos tecnológicos (balanza tecnológica)
21	Porcentaje de programas de postgrado con acreditación internacional respecto al total de programas de postgrado ofertados en el país.
22	Porcentaje de investigadores del país que han recibido premios y distinciones científicas internacionales respecto al total de investigadores.

En un segundo ejercicio de selección se ha elaborado una “lista corta” de siete indicadores que se muestra en la tabla 22.

TABLA 22. 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)

La decisión para la utilización por parte de los países de la “lista larga” o la “lista corta” debería adoptarse entre los responsables de la elaboración de las estadísticas nacionales de I+D.

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.

A continuación se describen algunos aspectos de los proyectos de I+D que señalan sus potencialidades y limitaciones para el diseño de indicadores de internacionalización.

Los proyectos de I+D permiten trazar relaciones que definen flujos de recursos materiales e inmateriales así como correlaciones asociados a los distintos elementos que los componen². Entre estos elementos se encuentran los asociados al recurso humano, a aspectos financieros, a la utilización de infraestructura, a los lugares donde pueden tener impacto los productos y resultados, a la institucionalidad de los actores participantes y otros. Entre las relaciones y flujos es posible identificar tanto aquellos asociados al conocimiento como al poder, teniendo en cuenta que el poder es inherentemente relacional³ y, a nivel macro, aspectos como la construcción de capital social⁴ y el surgimiento de movimientos sociales⁵.

Adicionalmente, los proyectos son el principal medio para formalizar las actividades de I+D, sea que estas sean institucionales o se enmarquen en planes y programas de alcance nacional o internacional. Desde esta perspectiva, varios aspectos de la internacionalización pueden ser estudiados a través de los proyectos, permitiendo aproximar a escala micro los elementos constitutivos de aspectos macro del desarrollo científico y tecnológico de los países o de las regiones y de las relaciones entre los distintos actores asociados a la I+D con los intereses y sectores sociales.

Si bien el alcance de las mediciones a través de proyectos es inmenso, las limitaciones operativas en cuanto a la existencia y acceso a información normalizada y de calidad son determinantes para su uso y para la comparabilidad de los resultados e indicadores que se puedan generar. De una parte es difícil establecer el universo de proyectos en un país o región o, alternativamente, la definición de una muestra representativa. Si bien las agencias y organizaciones del orden nacional o internacional que financian actividades de I+D a través de proyectos generalmente cuentan con información detallada sobre las iniciativas que financian, no es claro que éstas puedan ser la base para la construcción de una muestra representativa para todas las áreas del conocimiento ni todos los intereses. Esta situación es aun mas crítica si se considera la heterogeneidad de las estructuras que soportan

² Wasserman, S., Faust, K. Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge University Press, Cambridge, (1994). Birk, Sandra. Application of Network Analysis in Evaluating Knowledge Capacity. New directions for evaluation, 107, (2005).

³ Hanneman, R., Riddle, M. Introduction to social network methods. University of California at Riverside. (2005). <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>

⁴ Nan L. Social Capital: A Theory of Social Structure and Action. Cambridge University Press. (2001).

⁵ Oliver, P.E., Meyers, D.J. Networks, diffusion and cycles of collective action. En “Social Movements and Networks: Relational Approaches to Collective Action”, Eds. Diani, M. McAdam, D. Oxford University Press. (2003).

en cada país la realización de actividades y proyectos de I+D, así como los intereses que movilizan recursos nacionales e internacionales como es el caso de los temas de medio ambiente, violencia, salud y pobreza, entre muchos, que de acuerdo a la región geográfica o a las condiciones económicas y sociales de la población objetivo determinan los esfuerzos internacionales o de cooperación para el desarrollo.

De otra parte, en la medida en que no se han construido conjuntamente o armonizado los protocolos que sustentan la información contenida en las propuestas o documentos que sustentan la ejecución de los proyectos, la información de las distintas iniciativas generalmente no es comparable debido, entre varios aspectos, a que los elementos relacionales requieren de información muy detallada.

Más allá de la construcción de indicadores de internacionalización, un buen conocimiento sobre los proyectos que se ejecutan en un país o región, entendiendo por buen conocimiento la posibilidad de acceder a información normalizada, bien estructurada, completa y confiable, permite el diseño de indicadores sobre otros aspectos de las actividades de I+D, la evaluación de las actividades de I+D y de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología o de innovación, realizar estudios a profundidad que permiten abordar temas como los de impacto y la utilización de información estratégica para la construcción o la toma de decisiones sobre políticas, planes e iniciativas públicas y privadas.

Por lo anterior, es indispensable que se avance en la construcción de protocolos sobre la información que se debe capturar de los proyectos y lograr un consenso sobre las organizaciones o instancias que deben aplicarlos. Para esto en Iberoamérica existe un marco de oportunidad importante relacionado con la implementación de la Red ScienTI, en cuanto en esta red se ha logrado que los países miembros⁶ acojan protocolos comunes sobre hojas de vida de investigadores que incluyen, entre otros aspectos, actividades como los proyectos de I+D y los principales resultados de estas actividades. Adicionalmente, la Red ScienTI ha logrado una institucionalidad importante en cuanto al apoyo con que cuenta de organizaciones como OPS/OMS, BIREME, OEA, UNESCO, RICYT.

Vale la pena mencionar que la información contenida en la Red ScienTI permite identificar una fracción importante de los elementos necesarios para la construcción de indicadores de internacionalización y que, por su composición, realizar estudios exhaustivos sobre la dinámica regional de la cooperación científica. Entre estos elementos se destaca la información sobre las hojas de vida de los investigadores, que permite conocer su origen, trayectoria académica (tanto en su formación como en su vinculación laboral), colaboración en proyectos y en la obtención de productos bibliográficos y técnicos. Adicionalmente, los distintos desarrollos logrados en los países permiten abordar temas como la participación de investigadores en instituciones y organizaciones de los sectores académico y empresarial, la

⁶ Países miembros: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España, México, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, Venezuela.

constitución de distintas formas de sociabilidad científica como los grupos de investigación y, es de esperar, que su enriquecimiento permita capturar información sobre otros elementos asociados a la estructura y la dinámica de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología y los sistemas nacionales de innovación. Un avance significativo es el acoplamiento de algunas de las plataformas a sistemas como los servicios de indexación y referencia Scielo, que permite, entre otros, abordar el tema del impacto científico de los resultados de investigación y desarrollo tecnológico.

Sin embargo es necesario anotar que la estructura actual de las plataformas de información que componen la Red ScienTI adolecen de problemas estructurales que sería necesario abordar: el primero es la baja estructuración de la información asociada a los proyectos, salvo posiblemente en lo que hace referencia a las personas y su producción bibliográfica y técnica. El segundo hace referencia al problema de unicidad, en cuanto se ha tomado como unidad de información las hojas de vida y tanto los proyectos como los productos pueden encontrarse repetidos en distintas hojas de vida sin que sea siempre posible reconocerlos como idénticos; este inconveniente puede subsanarse parcialmente a través de métodos de computación que permiten, con alguna incertidumbre que puede ser estimada, identificar los proyectos en clases únicas.

En conclusión, es urgente construir protocolos sobre la información básica que se debe tener sobre los proyectos de I+D con el fin de generar indicadores de internacionalización de las actividades I+D, otros indicadores relevantes para la construcción de políticas, planes e iniciativas públicas y privadas así como para la toma de decisiones, y para realizar estudios que permitan entender aspectos fundamentales de las dinámicas subyacentes en los sistemas nacionales de ciencia y tecnología o de innovación y sus determinantes nacionales e internacionales. De otra parte, la Red ScienTI se constituye en un marco de oportunidad que puede integrar a una parte de los países de la región, sin que se deba asumir esta iniciativa como determinante de un proceso de armonización de la información sobre proyectos de I+D.

CAPÍTULO 6. METODOLOGÍA Y RECOMENDACIONES PARA LA IMPLMENTACIÓN DE LOS INDICADORES SELECCIONADOS PARA LA MEDICIÓN Y COMPARACIÓN DE LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LOS PAÍSES Y PAUTAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.

En este capítulo se revisan los siete indicadores de la lista corta. Se señalan algunas de sus características, las fuentes de información para su aplicación y recomendaciones para su interpretación.

Indicador 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.

- Descripción del indicador y criterios de internacionalización

El indicador expresa el porcentaje del gasto público nacional en I+D dedicado a acciones con una dimensión internacional con relación al total, tomando en cuenta principalmente a) el gasto en formación de investigadores en el exterior, b) la movilidad de investigadores (de investigadores nacionales desde el exterior al país, de investigadores nacionales al exterior y de investigadores extranjeros al país), c) proyectos conjuntos de I+D, d) acuerdos intergubernamentales y e) pago de cuotas internacionales en organizaciones, programas, consorcios y redes.

Este indicador aporta información sobre los siguientes criterios:

- *Intensidad*: la gravitación del gasto dedicado al fomento de la internacionalización de actividades en el total del gasto público nacional
- *Diversificación geográfica*: la identificación de los países con los cuales se tienen vínculos, así como el peso de la relación con cada uno de ellos en cuanto al gasto asignado para la internacionalización de actividades
- *Diversidad temática*: la identificación de las áreas en las que se realizan las actividades que tienen dimensión internacional, en función de cada componente.
- *Concentración*: el grado de centralización (o dispersión) entre la comunidad de investigadores del país con respecto a la participación en actividades internacionales, en función de cada componente.

- Ajuste del indicador a los criterios de selección:

- *Relevancia*: es el indicador de carácter más general, clave para dimensionar el grado de internacionalización del gasto nacional público en I+D.

- *Comparabilidad:* dada la información a partir de la cual se construye este indicador (información sobre becas, proyectos, movilización de investigadores, acuerdos intergubernamentales, pago de cuotas internacionales), debería poder construirse en los países de la RICYT
- *Viabilidad:* el indicador es un agregado de las cifras relativas a los componentes mencionados, con diverso grado de factibilidad de acuerdo a cada país y de acuerdo a cada componente
- *Cobertura:* los países de la RICYT no han empleado este indicador, pero tienen la información bruta de los componentes a partir de la cual se puede construir.
- *Autonomía:* este indicador es independiente de los otros, pero guarda relación, sobre todo con el relativo a los gastos no reembolsables (No.2) y el de ingresos y pagos tecnológicos (no. 7), ambos de la lista corta
- *Utilidad:* el indicador expresa el grado de internacionalización del gasto público nacional y, en ese sentido, la capacidad de un país para complementar sus capacidades a través del aprovechamiento de las oportunidades derivadas de dicha internacionalización. La información puede ser útil tanto a nivel nacional, como a nivel de organizaciones particulares.

- Niveles de desagregación del indicador

Resulta conveniente desagregar el indicador en función de los siguientes aspectos:

La disciplina o área científica y tecnológica en torno a la cual se dirige el gasto público nacional dedicado a las actividades que se internacionalizan.

Países hacia los que va el gasto público nacional asociado a actividades que tienen dimensión internacional

Componentes (formación de investigadores, movilización de investigadores, proyectos conjuntos, acuerdos intergubernamentales) de dimensión internacional a las que se orienta el gasto público nacional

- Identificación y descripción de las fuentes

El dato no ha sido empleado usualmente en los países de la RICYT. No se encuentra, así pues, disponible y requiere ser construido a partir de la generación de información respecto a los componentes (formación de investigadores, movilización de investigadores, acuerdos intergubernamentales, proyectos conjuntos), la cual, en la mayor parte de los países, supone la realización de tareas específicas para ello, a partir de las fuentes disponibles, las cuales no están pensadas ni organizadas en función del tema de la internacionalización de las actividades de I+D. Tales tareas suponen esfuerzos y complejidades distintas según los países

- Interpretación y uso de de la información provista por el indicador, en espacial para la elaboración de políticas de fomento de la internacionalización

Tomado individualmente el indicador es una expresión, en términos financieros, del grado de internacionalización del SCT de un país, una dato sin duda importante en el marco de los actuales procesos de globalización de la generación, distribución y uso del conocimiento. En otras palabras, el dato podría indicar, aunque sólo sea de manera muy general, cuán conectado se encuentra un país con otros países o grupos de países con respecto a la realización de determinadas actividades de I+D.

En la medida en que se pueda desagregar la información en función de los distintos componentes, la información podría ayudar a calibrar, además de la importancia relativa de los componentes dentro del gasto dedicado a la internacionalización de actividades científicas, otros aspectos, tales como la concentración por países o por áreas temáticas e incluso, la ejecución de acuerdos intergubernamentales.

Por último, la información aportada por la desagregación en función de los componentes anteriores, sobre todo si se la complementa por un análisis más minucioso a nivel de casos particulares, podría señalar, sobre todo con respecto a los proyectos conjuntos y los acuerdos intergubernamentales, en que medida éstos pudieran ser reflejo de intereses y conveniencias de la contraparte extranjera o de acuerdos igualmente beneficiosa para ambas partes.

- Relación con otros indicadores de la lista corta

Este indicador, unido al indicador No. 2 (Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas no reembolsables en acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto público nacional en I+D) y al No. 7 (Relación entre ingresos y pagos tecnológicos), expresa financieramente, desde perspectivas complementarias, el grado de internacionalización de la actividad científica y tecnológica de un país.

Indicador 2.

Porcentaje del gasto financiado por fuentes externas respecto al total del gasto público nacional en I+D.

- Descripción del indicador y criterios de internacionalización

Este indicador se refiere al total de recursos captados del exterior para financiar actividades de ciencia y tecnología. Se desprende del indicador sobre “gasto en ciencia y tecnología por sector de financiamiento”, que se publica regularmente en *El estado de la ciencia* de la RICYT.

Los criterios de internacionalización que cubre son:

- *Intensidad*: el indicador proporciona una medida del esfuerzo financiero relacionado con fuentes de recursos del exterior del país.
- *Dependencia*: señala el grado de dependencia de los recursos externos para financiar las actividades del sistema científico tecnológico.
- *Diversificación y concentración geográficas*: en los casos en los que sea posible, permite identificar los países de los que proviene el financiamiento externo.
- *Diversificación temática*: en los casos en los que sea posible, permite identificar las áreas científicas y tecnológicas a las que se dirige el financiamiento externo.
- *Atracción*: capacidad del país para atraer financiamiento externo.

- *Ajuste del indicador a los criterios de selección:*

- *Relevancia*: es una medida básica del grado de internacionalización.
- *Comparabilidad*: permite una apreciación básica de las diferencias entre países.
- *Viabilidad*: condicionada al nivel de desagregación de la información.
- *Cobertura*: en su forma más sencilla, es un indicador relevado por la RICYT, y cubierto para 10 países latinoamericanos a partir de al menos un año de los últimos cinco.
- *Autonomía*: relacionado con indicadores de gasto.
- *Utilidad*: depende del nivel de desagregación y la existencia de series.

- *Niveles de desagregación del indicador*

Es recomendable contar con niveles de desagregación por país, por área científica y tecnológica, por sector de ejecución y por objetivo socioeconómico, y con series temporales que permitan observar la evolución del financiamiento externo.

- *Identificación y descripción de las fuentes*

La fuente de información para este indicador es la encuesta diseñada de acuerdo con el Manual de Frascati o los medios alternativos de información con los que cuentan los países.

- *Interpretación y uso de la información provista por el indicador, en espacial para la elaboración de políticas de fomento de la internacionalización*

Las posibilidades de interpretación y uso de la información provista por el indicador están relacionados con la cobertura temporal, el nivel de desagregación y la comparabilidad. En el caso del indicador básico, con una serie temporal de algunos años, es conveniente prestar atención tanto a la evolución del porcentaje de gasto financiado con fuentes externas como a su monto a valores constantes. Para muchos países de la región, las

fluctuaciones en el indicador pueden estar relacionadas con variaciones en el tipo de cambio y no con modificaciones de la participación extranjera.

Para los casos en los que se cuente con información desagregada, es conveniente prestar atención a las combinaciones de países, áreas científicas y tecnológicas, sector de ejecución y objetivo socioeconómico, con el propósito de establecer un patrón de relación del sistema científico y tecnológico del país con el extranjero. Por ejemplo, puede haber países en los que la cooperación internacional es importante, con un peso significativo de organizaciones filantrópicas y orientada a objetivos de desarrollo social, y otros en los que la participación del financiamiento internacional sea bajo y orientado a financiar actividades de investigación básica. Identificar este patrón permite que los gobiernos adopten decisiones para sostenerlo o modificarlo en un sentido acorde con sus prioridades.

- Relación con otros indicadores de la lista corta

Este indicador tiene relaciones directas con el 1 “Porcentaje del gasto público nacional en I+D asignado a acciones con una dimensión internacional respecto al total del gasto público nacional en I+D”. De acuerdo con el nivel de desagregación pueden establecerse algunos cruces de interés con los de producción científica y de comercio internacional de tecnología.

Indicador 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.

- Descripción del indicador y criterios de internacionalización a los que puede aportar información el indicador.

El indicador registra la proporción de titulados con diplomas universitarios a nivel de doctor que se desempeñan en tareas de investigación que obtuvieron su título en universidades extranjeras en relación con el total de titulados con diplomas universitarios a nivel de doctor que se desempeñan en tareas de investigación.

Este indicador aporta información acerca de:

- *Intensidad:* en qué medida la formación de doctorado en el exterior constituye un rasgo importante del cuerpo de investigadores del país.
- *Diversificación geográfica:* en qué países extranjeros se doctoraron los investigadores.
- *Diversificación temática:* en qué áreas de ciencia y tecnología se realizaron los doctorados en el exterior.
- *Género:* cuáles son las proporciones entre varones y mujeres entre los doctorados en el extranjero, en comparación con las proporciones del total de doctores.

En el caso de que la información sea relevada a partir de encuestas específicas o que se cuente con un sistema actualizado y exhaustivo de currículos en línea, también es posible que el indicador contribuya a cubrir los criterios de asociabilidad y concentración.

- Ajuste a criterios para la selección de indicadores

- **Relevancia:** la formación de doctorado en el exterior es un indicador adecuado para caracterizar el grado de internacionalización, tanto por lo que puede mostrar acerca del sistema de educación superior del país como por las vinculaciones internacionales que derivan de la formación en el extranjero.
- **Comparabilidad:** el indicador no presenta dificultades técnicas importantes, y, más allá de las diferencias entre sistemas nacionales de educación superior, existe una norma internacional que tipifica el nivel de formación de doctorado (ISCED)
- **Viabilidad:** si bien hay una variedad de fuentes potenciales a partir de las cuales puede obtenerse la información para construir el indicador, pueden presentarse problemas de cobertura, en general y para cortes por edad, sexo, disciplina, país de titulación, etc.
- **Cobertura:** quince países de la RICYT han reportado al menos una vez en los últimos cinco años el indicador “investigadores por nivel de formación”, lo que permite suponer que tienen elementos para construir el indicador propuesto.
- **Autonomía:** este indicador está relacionado con otros del grupo de indicadores de recursos humanos.
- **Utilidad:** las dos dimensiones de política relacionadas con este indicadores son las políticas de educación superior –especialmente en lo relativo a las capacidades de formación y al reclutamiento de investigadores– y las relativas al aprovechamiento de los doctorados en el exterior para las estrategias nacionales o institucionales de internacionalización.

- Niveles de desagregación del indicador

Se considera aconsejable que el indicador esté desagregado por:

- Sexo
- Disciplina o área científica y tecnológica
- País extranjero en el que realizó el doctorado
- Grupos de edad
- Sector de ocupación

Asimismo, es de suma utilidad contar con series temporales del indicador.

- Fuentes de información

En principio, las fuentes de información principales son las que cada país utiliza para relevar los datos sobre recursos humanos en ciencia y tecnología. En la medida en que el indicador se limita a aquellos doctores que son investigadores, los países que producen el indicador sobre investigadores

según nivel de formación cuentan con una base informativa inicial. El aspecto que no necesariamente está cubierto es el del país de obtención del doctorado. Ante esta situación, los países que no preguntan sobre esta dimensión en las encuestas de I+D tienen como alternativa incluir una pregunta en sus encuestas.

Tres alternativas merecen ser exploradas. Una de ellas es la realización de encuestas específicas sobre doctores, en la línea propuesta por el proyecto “Carreras de profesionales con doctorado”, del Instituto de Estadística de la UNESCO, la dirección de Ciencia, Tecnología e Industria de la OCDE y EUROSTAT. Esta alternativa cuenta con ventajas de solidez metodológica y la comparación internacional, pero requiere un esfuerzo adicional a los organismos nacionales de ciencia y tecnología. La otra alternativa es el uso de la plataforma ScienTi, lo que requiere un adecuado nivel de actualización y de cobertura. La tercera es la integración de los registros administrativos de los distintos organismos del sistema científico y tecnológico en una base de datos de investigadores que comprenda la información sobre su lugar de doctorado.

- Recomendaciones sobre la interpretación y uso de la información aportada por el indicador, especialmente para elaborar políticas de fomento de la internacionalización

Un aspecto fundamental a considerar en el uso del indicador es el nivel de desagregación de la información obtenida. En el caso del indicador básico, la información disponible no permite ir mucho más allá de la verificación de la importancia de la formación en el exterior dentro del stock de investigadores con grado de doctor. En la medida que se pueda obtener información más desagregada, es posible utilizarla de manera más precisa para el diseño de políticas. Por ejemplo, la concentración por disciplinas y países puede dar una indicación clara para potenciar las formas de cooperación internacional. La distribución por edad permite saber si la formación de postgrado en el exterior y el retorno son más comunes en los investigadores de mayor edad o si es característico de los más jóvenes.

Una información complementaria muy conveniente para analizar este indicador se refiere a la cantidad y características de los doctores nacidos en el país que residen en el exterior. Asimismo, resulta de interés observar si hay diferencias de productividad entre los doctores que estudiaron en el exterior y los que lo hicieron en el país.

- Relaciones con otros indicadores de la lista corta

Las relaciones básicas de este indicador son con los de producción científica – lo que requiere tener una base completa con los nombres y pertenencia institucional de los investigadores.

Indicador 4.

Porcentaje de copublicaciones científicas internacionales respecto del total de publicaciones del país.

- *Descripción del indicador y criterios de internacionalización a los que puede aportar información el indicador.*

Medida del grado de cooperación internacional de los investigadores reflejada a través de la co-producción de documentos científicos, calculada por:

$$\frac{\text{Número de copublicaciones de autores del país con autores del extranjero}}{\text{Total de publicaciones del país}}$$

Refleja principalmente la *intensidad* de la internacionalización de la producción científica de un país. La desagregación de las copublicaciones por temáticas, autores, países de los co-autores y género, permite al indicador aportar información sobre la *diversidad temática y geográfica, concentración, equilibrio de género y asociabilidad*.

- *Ajuste a criterios para la selección de indicadores*

- *Relevancia:* caracteriza el grado de cooperación internacional en las publicaciones científicas de un país.
- *Comparabilidad:* permite la comparación entre países.
- *Viabilidad:* la aplicación es posible por medio del *Web of Science*, producido por *Thomson Scientific* (ISI). En el futuro podrá ser aplicado a las colecciones SciELO permitiendo conocer la colaboración regional entre los países de la RICYT. En la actualidad, SciELO cubre 4 países para todas las áreas del conocimiento y 8 apenas para el área de salud.
- *Cobertura:* publicaciones de todas las áreas del conocimiento y países representados en las bases de datos.
- *Autonomía:* Este indicador está relacionado con los del grupo de actividades de I+D.
- *Utilidad:* importante para la definición de políticas de incentivo a la cooperación internacional e internacionalización de la ciencia nacional

- *Niveles de desagregación del indicador*

Ese indicador permite desagregación:

- *Geográfica:* país de afiliación de los autores, grupos de países, regiones (o país de publicación: revistas nacionales, de otros países)
- *Temática:* áreas del conocimiento científico
- *Institucional:* institución, grupos y tipos de instituciones de los autores de las copublicaciones.

Puede ser desagregado además por año, permitiendo analizar tendencias en las series temporales.

- Identificación y descripción de las fuentes para obtener la información para la implementación del indicador e indicaciones prácticas de como manejar estas fuentes

Ese indicador puede ser obtenido por medio de consulta a la base de datos del *Web of Science (WoS)*, producida por Thomson Scientific (ISI). La base *WoS* no es de acceso libre, pero pueden ser consultadas mediante suscripción en línea. Pueden además ser adquiridos los datos de países o conjuntos de países en CD-ROM. En el *WoS* están representadas las publicaciones de todos los países de la RICYT, pero no todos están representados en la base por sus revistas nacionales.

En el futuro podrá ser aplicado a las colecciones SciELO permitiendo conocer la colaboración regional entre los países de la RICYT.

- Recomendaciones sobre como interpretar y usar la información aportada por el indicador, especialmente para elaborar políticas de fomento de la internacionalización.

Ese indicador refleja el grado de cooperación internacional de un país o grupo de países, en las distintas áreas del conocimiento. La interpretación del dato del porcentaje de copublicaciones internacionales respecto al total de la producción del país es compleja. En general, porcentajes altos cuando el total de la producción científica es baja muestra más que un alto grado de internacionalización de la investigación del país, un alto nivel de dependencia de la colaboración internacional de la investigación del país. Esta dependencia puede reflejar una cierta satelización de las capacidades científicas del país, cuya agenda de investigación es impuesta por los otros países. El análisis del indicador requiere considerar otras variables, además del tamaño de la producción científica del país, como la diversificación temática de la investigación del país, el tamaño de la comunidad científica del país, los esquemas de formación de investigadores, las políticas de cooperación internacional y las vinculaciones internacionales de las instituciones, entre otras.

Los datos del indicador pueden ser usados para orientar las políticas de fomento a la internacionalización y la cooperación internacional.

- Relaciones con otros indicadores de la lista corta:

Podrá relacionarse con los indicadores:

Porcentaje del gasto público nacional.

Porcentaje de proyectos de I+D ejecutados conjuntamente con investigadores de otros países.

Porcentaje de total de citas de artículos científicos.

Indicador 5.

Porcentaje del total de citas de artículos científicos del país en el conjunto total de citas de una base de datos determinada

- *Descripción del indicador y criterios de internacionalización a los que puede aportar información el indicador.*

Medida del número de citas en artículos de otros autores que reciben las publicaciones científicas de investigadores del país. Se calcula por:

$$\frac{\text{Número de citas para artículos de autores del país}}{\text{Total de citas de la base de datos}}$$

Refleja el *impacto y visibilidad internacional* de la producción científica de un país, medida no por la producción en sí, pero por la aceptación (o no) de los artículos publicados por los autores de un país, reflejada en las citas de publicaciones internacionales.

La desagregación de los artículos que reciben las citas por temáticas y autores, permite al indicador aportar información sobre la *diversidad temática* de las áreas científicas con mayor impacto y el grado de *concentración* en la comunidad científica de los autores más citados, con mayor visibilidad e impacto internacional.

- *Ajuste a criterios para la selección de indicadores:*

- *Relevancia:* las citas dan una medida del impacto y la visibilidad de los artículos publicados por los miembros de la comunidad científica
- *Comparabilidad:* permite la comparación entre países del impacto y visibilidad internacional de la producción científica.
- *Viabilidad:* es posible en el momento apenas por medio del *Web of Science*, producido por Thomson Scientific (ISI)
- *Cobertura:* publicaciones de todas las áreas del conocimiento y países representados en las bases de datos.
- *Autonomía:* Relacionado con la producción científica
- *Utilidad:* importante para la medición de la influencia de la producción científica en el escenario internacional

- *Niveles de desagregación del indicador:*

Ese indicador permite desagregación:

- *Temática:* Distribución de los niveles de impacto y visibilidad internacional entre áreas del conocimiento científico
- *Institucional* de los autores de las publicaciones citadas: institución, grupos y tipos de instituciones con visibilidad e impacto internacional.

- Identificación y descripción de las fuentes para obtener la información para la implementación del indicador e indicaciones prácticas de como manejar estas fuentes.

Ese indicador puede ser obtenido por medio de consulta del servicio *Cited Referente Search* de la base de datos del *Web of Science (WoS)*, producida por Thomson Scientific (ISI) o productos específicos generados para países o conjunto de países por demanda específica.

En el futuro podrá ser aplicado a las colecciones SciELO permitiendo conocer la visibilidad regional de la producción científica en los países de la RICYT. Ya hay análisis de indicadores de SciELO que permiten evidenciar que revistas indexadas en ISI y SciELO pueden tener comportamientos distintos en relación a las citas en las dos bases.

- Recomendaciones sobre como interpretar y usar la información aportada por el indicador, especialmente para elaborar políticas de fomento de la internacionalización

Pese que se atribuye a las citas un cierto sello de calidad, hay controversias respecto a la interpretación, puesto que los artículos pueden ser citados por diferentes causas y valoraciones. Por ello, este indicador debe ser interpretado más como una medida de visibilidad que de calidad, para lo que se requeriría analizar otras variables.

- Relaciones con otros indicadores de la lista corta.

Podrá relacionarse con los indicadores:

Porcentaje de total de copublicaciones científicas internacionales

Indicador 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.

- Descripción del indicador y criterios de internacionalización

Este indicador se refiere a las patentes fruto de investigaciones conjuntas de científicos del país y de otros países, que figuran como co-inventores de las mismas. Se calcula por:

$$\frac{\text{Número de patentes con inventores del país junto a los de otros países}}{\text{Número total de patentes}}$$

Los criterios de internacionalización que cubre son:

- *Intensidad*: el indicador proporciona una medida de la intensidad de la dimensión internacional de la producción tecnológica del país a través, de las copatentes.
- *Diversificación temática*: El indicador proporciona información sobre el peso de la internacionalización en la producción tecnológica de las diferentes áreas temáticas o sectores productivos.
- *Concentración*. Grado de participación de la comunidad científica en la producción tecnológica con dimensión internacional.
- *Asociabilidad*: grado de participación institucional y de diferentes países en la producción tecnológica con dimensión internacional.

- *Ajuste del indicador a los criterios de selección:*

- *Relevancia*: es una medida del grado de internacionalización de la producción tecnológica
- *Comparabilidad*: permite la comparación entre países de la dimensión internacional en la producción de patentes.
- *Viabilidad*: la aplicación es posible por medio de consultas a las Bases de datos nacionales de patentes y de las bases de datos de oficinas internacionales, como la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) y *European Patent Office* (EPO)
- *Cobertura*: patentes de todas las áreas del conocimiento registradas en las bases de datos.
- *Autonomía*: Este indicador puede relacionarse con el de producción científica. c
- *Utilidad*: importante para la identificación de áreas tecnológicas con mayor grado de internacionalización.

- *Niveles de desagregación del indicador.*

Ese indicador permite desagregación:

- *Temática*: áreas del conocimiento científico y tecnológico de las copatentes
- *Geográfica*: grado de diversificación internacional de las copatentes
- *Institucional*: institución, grupos y tipos de instituciones de los inventores de las copatentes.

Puede ser desagregado además por año, permitiendo analizar tendencias en las series temporales.

- *Identificación y descripción de las fuentes*

Ese indicador puede ser obtenido por medio de consulta a la base de datos nacionales de patentes, pero principalmente a las bases de datos internacionales.

Para la utilización de la base de datos de Estados Unidos de América (USPTO)
<http://www.uspto.gov/patft/index.html>

Se debe pinchar en “*Advanced Search*” de la página Web. Para la búsqueda de inventores se ha de utilizar el código ICN/ (“*Inventor Country Name*”). Se utiliza el código del país de referencia, p.e. España (ES) y el código del país con el que se quiere conocer las copatentes. Los códigos se pueden consultar en: <http://www.uspto.gov/patft/help/helpctry.htm>

Hay que utilizar el operador booleano AND y poner los códigos de países entre paréntesis. Por ejemplo, en la búsqueda de patentes de inventores españoles y italianos: ICN/(ES)AND(IT).

El resultado de la búsqueda muestra la relación de copatentes que tiene inventores de los dos países.

La información de la relación contiene los nombres y países de los inventores, las instituciones y países propietarios de las patentes, el título y una descripción de las mismas.

El sistema no permite obtener una relación total de las copatentes de un país determinado con todos los otros de los países, sino que es necesario hacer la búsqueda con cada uno de los países, lo que puede ser bastante laborioso, salvo que se concentre la búsqueda en las copatentes con un número determinado de países.

En el caso de las copatentes con EEUU la búsqueda hay que hacerla con cada uno de los cincuenta estados de la Unión, ya que el sistema no responde a la búsqueda del total de patentes con EEUU.

La estrategia de búsqueda para localizar patentes con inventores de dos o más países en la base de datos de la Oficina Europea de Patentes hay que consultar:

<http://es.espacenet.com>

Se debe elegir la opción de búsqueda avanzada en la casilla situada a la izquierda de la página Web

En el punto 1: Seleccionar base de datos, se debe escoger EP

En el punto 2: En el apartado “Inventor” poner los códigos de los países con un espacio entre cada uno de ellos No es necesario, en este caso, poner los nombres entre paréntesis ni AND, solamente un espacio entre los nombres. Los códigos son los mismos que en la base de datos USPTO: Ejemplo: ES IT Aparece una relación con el título de las copatentes, los nombres y código del país de los inventores, el nombre y país de la entidad que ha solicitado la patente, un acceso a información sobre la patente y la fecha de la solicitud.

- Recomendaciones sobre como interpretar y usar la información aportada por el indicador, especialmente para elaborar políticas de fomento de la internacionalización.

Ese indicador refleja el grado de cooperación internacional de un país o grupo de países, en las distintas áreas del conocimiento. La interpretación del dato del porcentaje de copublicaciones internacionales respecto al total de la

producción del país es compleja. En general, porcentajes altos cuando el total de la producción científica es baja muestra más que un alto grado de internacionalización de la investigación del país, un alto nivel de dependencia de la colaboración internacional de la investigación del país. Esta dependencia puede reflejar una cierta satelización de las capacidades científicas del país, cuya agenda de investigación es impuesta por los otros países. El análisis del indicador requiere considerar otras variables, además del tamaño de la producción científica del país, como la diversificación temática de la investigación del país, el tamaño de la comunidad científica del país, los esquemas de formación de investigadores, las políticas de cooperación internacional y las vinculaciones internacionales de las instituciones, entre otras.

Los datos del indicador pueden ser usados para orientar las políticas de fomento a la internacionalización y la cooperación internacional.

- *Relación con otros indicadores de la lista corta*

Este indicador tiene relaciones con la producción científica.

Indicador 7.

Relación entre ingresos y pagos tecnológicos (balanza tecnológica)
--

- *Descripción del indicador*

El indicador de “*Saldo del comercio internacional de tecnología en relación al PBI*” es, en rigor, un indicador compuesto. En tal sentido, se trata de dos subíndices complementarios que intentan dar cuenta del saldo que arroja el comercio internacional de tecnología en relación con una medida normalizada de magnitud económica de los países, como lo es el PBI.

En primer lugar, se busca computar el saldo de comercio de tecnología en su forma desincorporada –o balanza de pagos tecnológicos (BPT)- en relación a dicho denominador. Para ello, se necesitan conocer tanto las exportaciones como las importaciones de tecnología desincorporada. De acuerdo al Manual de Balanza de Pagos Tecnológicos de la OCDE (1990), los componentes a ser medidos a tal efecto se resumen en las categorías –y sus correspondientes partidas- que se presentan en el cuadro a continuación.

Resumen: componentes estándar de la BPT

1. Comercio de técnicas

1.1. Transferencia de patentes

1.2. Transferencia de invenciones no patentadas

1.3. Licenciamiento de patentes

1.4. Revelación de *know-how*

- De su propiedad

- Adjunto a la transferencia o licenciamiento de patentes

2. Transacciones que incluyen marcas comerciales, diseños, patrones, (venta, licenciamiento, franquicia) (a)

3. Servicios con contenido técnico (b)

3.1. Estudios técnicos y de trabajos de ingeniería (diseño y preparación de proyectos)

- Adjuntos al comercio de técnicas
- No adjuntos al comercio de técnicas

3.2. Asistencia técnica general (operación y mantenimiento industrial)

- Adjuntos al comercio de técnicas
- No adjuntos al comercio de técnicas

4. I+D industrial llevada a cabo/financiada en/por el exterior

(a) Cuando las transacciones incluyen marcas comerciales, diseños y patrones son parte de un acuerdo compuesto que incluye el comercio de técnicas (categoría 1) o servicios (categoría 3) y el pago no puede ser desagregado, los flujos deben ser registrados por completo en las categorías 1 o 3.

(b) Los servicios que son un adjunto al comercio en técnicas (categoría 1), si fuere posible, deben ser separados de los servicios técnicos provistos de manera aislada. Cuando ello no pudiese ser realizado, sólo el total será computado contra las categorías 3.1 o 3.2 (o categoría 3). Para los servicios adjuntos, cuando los pagos por contrato no puedan ser desagregados los flujos deben ser registrados por completo en la categoría 1.

Fuente: OCDE (1990)

En segundo lugar, se busca mensurar el saldo de comercio de tecnología en su forma incorporada a las mercancías en relación al mismo denominador. Para ello, se deben clasificar las exportaciones e importaciones industriales de los países de acuerdo a la metodología desarrollada por Hatzichronoglou (1997) y actualmente utilizada por la OCDE, definiendo cuáles de las ventas y compras externas corresponden a las categorías de Alta y Media Alta tecnología, que son las que en el marco de este ejercicio serán tenidas en cuenta.⁷ A continuación se presenta un cuadro resumen en donde se indican los sectores industriales que componen cada una de esas categorías, definidos de acuerdo a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme, Revisión 2, (CIIU, Rev. 2) a 2, 3 o 4 dígitos, según corresponda.

CLASIFICACIÓN DE INDUSTRIAS BASADA EN SU INTENSIDAD TECNOLÓGICA

Categorías	Industrias	Código CIIU, Rev. 2
Alta Tecnología	Aeroespacial	3845
	Equipamiento de oficina e informática	3825
	Drogas y medicamentos	3522
	Radio, TV y equipo de comunicación	3832
Media Alta Tecnología	Instrumentos científicos	385
	Vehículos a motor	3843
	Maquinaria eléctrica (excepto Radio, TV y equipos de comunicación)	383-3832
	Químicos (excepto Drogas y medicamentos)	351+352-3522
	Otros transportes	3842+3844+3849
	Maquinaria no-eléctrica	382-3825

Fuente: Hatzichronoglou (1997)

⁷ Ello se debe a que el interés de este indicador reside en conocer como es la relación comercial de un determinado país en términos de productos de mayor contenido tecnológico, que son quienes mejor expresan la internacionalización del aparato productivo de los países. Se ha decidido tomar de manera adicional a la categoría de Alta tecnología la de Media Alta, debido a que la evidencia empírica muestra que las exportaciones de productos de Alta tecnología son muy acotadas a lo largo de la región, inclusive en aquellos países de mayor desarrollo relativo como Brasil o Argentina. México constituye la excepción, pero sus altos valores responden no a la exportación de tecnología incorporada *per se* sino de mano de obra de bajo costo –bajo el régimen conocido como “maquila”- a partir del ensamblado de componentes de alto contenido tecnológico provenientes, en su mayoría, de los Estados Unidos de América.

- Criterios de internacionalización relacionados

Los criterios de internacionalización del SCT a los que el indicador aporta información son, fundamentalmente, los de “*Intensidad*” –en tanto valores altos para el indicador estarían mostrando una exitosa inserción internacional en las corrientes de comercio de tecnología-, “*Dependencia*” –ya que valores negativos o muy bajos para el indicador estarían exhibiendo la falta de especialización comercial en este tipo de productos y, por ende, su total subordinación respecto de la producción foránea-, y “*Visibilidad*” e “*Impacto*” –debido a que el indicador, efectivamente, va a permitir conocer las formas particulares del país en el comercio internacional de tecnología, entendido como uno de los principales resultados tangibles de su actividad científica, técnica y de innovación.

- Ajuste del indicador a los criterios de internacionalización

Respecto de los criterios para la selección de indicadores utilizados, el análisis del presente indicador presenta las siguientes características:

- *Relevancia*: gran importancia como indicador a la hora de caracterizar los resultados tangibles del proceso de internacionalización del SCT.
- *Comparabilidad*: absoluta, en tanto ambos numeradores forman parte de la familia de indicadores usualmente utilizada por los países de la OCDE para caracterizar sus resultados en materia de especialización comercial, al tiempo que el denominador es el indicador que, desde hace más de cincuenta años, se utiliza de modo de dar cuenta de la magnitud económica de los países.
- *Viabilidad*: en tanto se tenga acceso a la información que más adelante se indica, proveniente de bases de datos internacionales y de la Balanza de Pagos de los países –al mayor grado de desagregación posible-, la viabilidad de cálculo del indicador es absoluta.
- *Cobertura*: en principio, depende de la posibilidad de los ONCyT de acceder a bases de datos internacionales gratuitas o de relativamente bajo costo y a los datos elaborados por los Ministerios de Economía, Hacienda o Finanzas, pero se supone que este no sería un inconveniente serio para que cualquier país miembro de RICYT pueda calcular el indicador.
- *Autonomía*: absoluta, en tanto el indicador no depende en un ápice de los datos provenientes del resto de los indicadores.
- *Utilidad*: relacionada con la posibilidad de monitorear los resultados de instrumentos o medidas de política científica y tecnológica a través de la comparación en el largo plazo de los potenciales cambios en los saldos del comercio de tecnología tanto incorporada como desincorporada.

- Niveles de desagregación recomendados.

Más allá del cálculo general de los dos subíndices, será de gran utilidad contar con tres tipos de información desagregada, a saber:

- i. Información sobre las exportaciones e importaciones a nivel de las ramas industriales que integran las categorías de Alta y Media Alta tecnología.
- ii. Información detallada de los distintos componentes de la BPT.
- iii. Desagregación de los saldos totales de tecnología por destino y origen de modo de ver con que socios comerciales el país tiene una balanza positiva o deficitaria en términos tecnológicos.

- Identificación y descripción de fuentes de información.

El cálculo del numerador del primero de los subíndices, es decir la resta entre las exportaciones e importaciones de productos provenientes de los sectores definidos como de Alta y Media Alta tecnología, no reviste grandes inconvenientes de carácter metodológico.

En rigor, su cálculo requiere de tres pasos. En primer lugar, se debe acceder a la base COMTRADE de las Naciones Unidas y obtener los datos sobre exportaciones e importaciones de los países miembros de la RICYT, clasificados de acuerdo al Sistema Armonizado de 1996 (SA 1996) a nivel de seis dígitos de desagregación. En segunda instancia, se deben convertir los datos obtenidos a la clasificación CIIU, Rev. 2 –en la cual se encuentran definidas las ramas de la industria pertenecientes a las categorías de Alta y Media Alta tecnología- mediante la utilización de la Matriz de Correspondencias disponible en CEPAL (2002). Por último, se deben sumar, por un lado, las exportaciones y, por el otro, las importaciones de los productos pertenecientes a las ramas de la industria correspondientes a las categorías de mayor contenido tecnológico para, luego, restar ambos resultados. Con ello se tendrá una magnitud –de signo positivo o negativo-, definida en términos de dólares corrientes que funcionará como numerador del primero de los subíndices.

En el caso del numerador del restante subíndice, es decir la resta entre los ingresos y los egresos en concepto de ventas o compras externas de tecnología desincorporada, la operación puede resultar algo más complicada. En principio, no deberían existir demasiados problemas si los Organismos nacionales de Ciencia y Tecnología, a quienes se los supone como los encargados de llevar a cabo las tareas de medición, pudiesen acceder a los datos sobre Balanza de Pagos publicados por los Ministerios de Economía, Hacienda o Finanzas de los países de la RICYT al nivel de desagregación que a continuación se recomienda.

En efecto, el Manual de Balanza de Pagos del Fondo Monetario Internacional (FMI, 1993) recomienda a los países presentar los datos sobre la cuenta de Servicios Reales de la Cuenta Corriente de la Balanza de Pagos a un nivel de desagregación que permitiría, con la mera suma de las partidas correspondientes, calcular tanto los ingresos como los egresos en concepto de comercio de tecnología en su forma desincorporada. El cuadro a continuación

muestra la desagregación recomendada por el FMI (en el caso en que sea necesario exhibir tal desagregación) y, “sombreadas”, a las partidas que deberían ser tenidas en cuenta a la hora de calcular la BPT.⁸

**Cuenta de Servicios Reales de la Cuenta Corriente de
la Balanza de Pagos: partidas pertenecientes a la BPT**

1. Transportes
2. Viajes
3. Servicios de comunicaciones
4. Servicios de construcción
5. Servicios de seguros
6. Servicios financieros
7. Servicios de informática y de información
7.1. Servicios de informática
7.2. Servicios de información
8. Regalías y derechos de licencia
9. Otros servicios empresariales
9.1. Servicios de compraventa
9.2. Servicios de arrendamiento de explotación
9.3. Servicios empresariales, profesionales y técnicos
9.3.1. Servicios jurídicos, contables y de asesoramiento
9.3.2. Servicios de publicidad e investigación de mercado
9.3.3. Servicios de investigación y desarrollo
9.3.4. Servicios arquitectónicos y de ingeniería
9.3.5. Servicios agrícolas, mineros y de transformación
9.3.6. Otros servicios
9.3.7. Servicios entre empresas afiliadas n.i.o.p.
10. Servicios personales, culturales y recreativos
11. Servicios del gobierno n.i.o.p.

Fuente: FMI (1993)

Debido a que los montos de tales partidas se encuentran frecuentemente definidos en moneda local en términos corrientes, habría que transformarlos a dólares corrientes mediante el uso de las estadísticas oficiales de tipo de cambio de cada uno de los países –de libre acceso en sus respectivos Bancos Centrales- de modo de hacer la medida compatible con el otro numerador y con el denominador de ambos.

Tal como se anunció, el procedimiento para realizar el cálculo en caso de no acceder a los datos desagregados de la Balanza de Pagos requeriría de esfuerzos más sustantivos, tanto en términos físicos como monetarios, y cuyos resultados, además, serían probablemente de menor calidad que los obtenidos de la forma ya propuesta. En tal sentido, se debería optar por uno de dos métodos distintos: o bien realizar una encuesta a una muestra representativa de empresas sobre sus cobros y pagos por el comercio de tecnología desincorporada, para luego extrapolar los datos a nivel nacional; o bien –en el caso de que exista⁹- recurrir a la información de los Registros de Transferencia

⁸ Si bien estas partidas no se corresponden absolutamente con los componentes recomendados por el Manual de BPT de la OCDE (1990), se tratan de *proxies* lo suficientemente cercanas y abarcativas que permitirían, de manera muy sencilla, realizar el cálculo de dicho instrumento y que, a su vez, respetan, ahora sí, en absoluto, el espíritu de la BPT.

⁹ Se realiza esta aclaración debido a que, en el contexto de aplicación de las medidas de liberalización comercial y financiera puestas en práctica por la gran mayoría de los países de la región hacia finales de los 80's y principios de los 90's, gran parte de esta información se dejó de compilar en tanto no se correspondía con las prioridades de política imperantes.

de Tecnología, para luego clasificarla y valorarla de manera mas o menos “artesanal”.

Para el cálculo del denominador común a ambos sub-índices, sólo hace falta tomar el dato del PBI medido en dólares corrientes, disponible de manera absolutamente gratuita en las bases de datos publicadas en la página *web* del FMI.

- Recomendaciones para la interpretación del indicador.

Más allá de los reparos normales que se deben tener en cuenta a la hora de trabajar con indicadores de cualquier tipo, la interpretación y comparación de los dos subíndices aquí reseñados requiere de cierto cuidado adicional. Respecto del primero de ellos (comercio internacional de tecnología incorporada), si bien es el índice utilizado por excelencia para la medición del fenómeno a nivel internacional, se deben tener en cuenta tres hechos a la hora de su interpretación.

En primer lugar, lo que muestran las estadísticas no es en sí y para sí el contenido de tecnología de las mercancías comerciadas, sino una medida aproximada e imperfecta de ello. Ello se debe a que de ninguna manera se podría conocer la magnitud efectiva de tecnología incorporada a un bien, en tanto la tecnología, entendida en su forma más amplia como conocimiento práctico, no se puede ver ni medir.

En segundo lugar, se debe aclarar que las ramas industriales que corresponden a las categorías de Alta y Media Alta tecnología fueron seleccionadas de acuerdo a un criterio de “intensidad tecnológica” –calculada a partir del cociente entre gasto en I+D y ventas realizado por firmas particulares y obtenido a través de Encuestas de Innovación- de la estructura industrial de los países de la OCDE. El supuesto que está detrás del indicador, por tanto, es que el comportamiento innovativo –en rigor, de gasto asignado a actividades de I+D- de las empresas de una determinada rama industrial es el mismo en los países miembros de la RICYT que en los países de la OCDE. A todas luces, y de acuerdo a la evidencia empírica recogida en la región a través de las Encuestas de Innovación ya realizadas, es un supuesto no del todo cierto.

En tercer lugar, también se supone que el grado de elaboración de los productos pertenecientes a las ramas industriales que se corresponden con las categorías de Alta y Media Alta tecnología es el mismo para todos los países, sean estos los de RICYT o de OCDE, lo que tampoco es necesariamente cierto ni siquiera dentro de la región.¹⁰

En relación con el segundo de los subíndices (comercio de tecnología desincorporada), las aclaraciones se refieren a los cuidados que se deben tener al comparar los datos obtenidos con los de países que trabajan con metodologías distintas, en tanto no es lo mismo trabajar a partir de la Balanza

¹⁰ El ejemplo más citado, en este caso, son las ya mencionadas exportaciones de Alta tecnología realizadas por México pero cuyo valor agregado nacional, en realidad, es relativamente escaso y se corresponde con la explotación de fuerza de trabajo de bajo costo.

de Pagos que a través de otros métodos, sobre todo en lo que refiere a representatividad de los resultados.

Por último, vale aclarar que si bien la utilización de la información que se desprende de estos dos subíndices no es de gran pertinencia a la hora de diseñar políticas de fomento de la internacionalización de los SCT, es de gran importancia para el diagnóstico presente y la evolución en el tiempo del proceso.

- Relación con el resto de los indicadores.

El indicador de *“Saldo de comercio internacional de tecnología en relación con el PBI”* se relaciona directamente y se complementa con el indicador de *“Porcentaje de copatentes internacionales respecto del total de patentes solicitadas por un país”* en el sentido en que a partir de ambos se puede tener un panorama bastante completo de los resultados del proceso de internacionalización tecnológica en términos comerciales y productivos.