

Metodología para la medición de la I+D en Áreas Transversales



Este documento de trabajo fue desarrollado por un equipo integrado por Gustavo Arber (MINCYT-Argentina), Sebastian Balsells (MINCYT-Argentina), Eleonora Baringoltz (MINCYT-Argentina), Rodolfo Barrere (RICYT), Fabian Bassotti (MINCYT-Argentina), Ruth Bernheim (ANII-Uruguay), Ximena Usher (ANII-Uruguay) y Maximiliano Vila Seoane (MINCYT-Argentina).

Diciembre de 2010

Introducción

En la actualidad, un cierto número de latinoamericanos no genera indicadores de ciencia y tecnología desagregados por disciplina u objetivo socioeconómico. Sin embargo, no se trata de dificultades técnicas en su elaboración, sino que las demandas de información existentes en las distintas oficinas de los organismos nacionales de ciencia, tecnología e innovación suelen estar actualmente enfocadas en otro tipo de necesidades.¹

Esto en parte se debe a que las clasificaciones más difundidas para la construcción de indicadores ya no parecen reflejar completamente la forma en que se articula la ciencia y tecnología, ni, sobre todo, las orientaciones que está tomando la política en científica, tecnológica y de innovación en muchos países del mundo. En ese sentido, por ejemplo, los instrumentos han pasado a ser más horizontales, abarcando varias áreas disciplinares e industriales, y por lo tanto su diseño, monitoreo y evaluación requiere de una nueva aproximación que permita generar la información necesaria a estos fines.

En particular, para el caso de Argentina y Uruguay, las autoridades demandan información sobre áreas prioritarias relacionadas con las nuevas políticas e instrumentos implementados. Gran parte de ellas no pueden ser medidas a través de las encuestas que se realizan anualmente, y coincidiendo con el comentario de Albert Einstein —“Locura es hacer la misma cosa una y otra vez esperando obtener diferentes resultados”— es necesario encarar el problema de una nueva forma para resolver las demandas de información existentes.

Bajo este contexto, el presente documento propone una metodología general que podría aplicarse para la generación de información en lo que denominamos Áreas Transversales (AT). Cabe recalcar que el documento no pretende analizar un área en particular, pero sí sugerir un conjunto de pasos a seguir o de buenas prácticas para recolectar la información sobre este tipo de áreas, que no pueden ser medidas a través de los relevamientos anuales actuales.

1. Definición de Área Transversal

Se entiende como Área Transversal a aquellos campos de producción de conocimiento que abarcan más de una de las categorías tradicionales utilizadas en la construcción de indicadores basados, por ejemplo, en el Manual de Frascati.² Ejemplos de ellas son las clasificaciones en base a disciplinas, áreas de aplicación, objetivos económicos y sectores industriales. Ejemplo de áreas transversales son la biotecnología, la nanotecnología y las TIC, en donde la participación disciplinar y los objetivos socioeconómicos son diversos, imposibilitando la medición de estas AT por los métodos tradicionales.

¹ Esta tendencia quedó en evidencia en el III Taller de Armonización de Indicadores de Ciencia y Tecnología de la RICYT, realizada en la Universidad de Quilmes (Argentina) en 2009, donde se conformó el grupo de trabajo que elaboró este documento.

² OECD (2002): “Frascati Manual 2002. Proposed standard practice for surveys on research and experimental development”.

Asimismo, cabe aclarar que estas AT pueden o no presentar la característica de haber sido definidas como áreas prioritarias políticamente, aunque si bien las que sí lo están serán aquellas con mayor necesidad de ser medidas por parte de la oficina de estadística a cargo de la recolección de este tipo de información, pues serán las demandadas por las autoridades de los respectivos gobiernos.

En el PENCTI de Uruguay se sugiere una explicación sobre las características de las distintas áreas, que las analiza desde el lado de la oferta y demanda de conocimiento y que puede resultar útil para este documento.³

Desde el lado de la oferta, el propio avance del conocimiento ha convergido en la ruptura de las fronteras disciplinarias tradicionales dando lugar al desarrollo de nuevas áreas transversales que además de recibir los aportes de las distintas áreas de conocimiento se potencian de manera sinérgica generando oportunidades de desarrollo, por lo que son identificadas como prioritarias por las autoridades políticas. Un ejemplo resultan las Tecnologías de Propósito General entendidas como tecnologías transversales de los sectores “intensivos en conocimiento” que tienen múltiples campos de aplicación. Presentan un enfoque preponderantemente horizontal con una lógica relacionada al desarrollo de capacidades. Teóricamente, el concepto de Tecnología de Propósito General (TPG) se refiere a una tecnología o conjunto de tecnologías caracterizados por ser aplicables en varios sectores industriales, por tener el potencial de mejorar considerablemente en el tiempo y, por último, pueden permitir la creación de otras nuevas tecnologías con innovaciones complementarias.⁴ Su importancia radica en que producen un aumento de la productividad y fomentan el crecimiento económico.⁵ Entre los ejemplos de TPG se encuentra la electricidad, las telecomunicaciones y los semiconductores, que cumplen con, aunque con distinta intensidad, los tres requisitos para ser TPG y que han tenido una influencia e importancia enorme en el desarrollo económicos de varios países.^{6 7}

Desde el lado de la demanda de conocimiento, la determinación de áreas estratégicas puede generarse en el marco de una definición de política *top-down*, en la que un determinado tema ingresa a la agenda como consecuencia de las estrategias formales o informales de un decisor o jerarquía política.⁸ Los ejemplos en este sentido son de corte más sectorial, con un enfoque preponderantemente vertical que pueden abarcar uno o más sectores de la economía. Son definidas del lado de la demanda aplicada de conocimiento para la resolución de problemas.

³ Plan Estratégico Nacional en Ciencia Tecnología e Innovación, impulsado por el Gabinete Ministerial de la Innovación, y aprobado por el Poder Ejecutivo el 25 de febrero de 2010

⁴ Bresnahan, T. F. y Trajtenberg, M. (1995): “General purpose technologies ‘Engines of growth’?”, *Journal of econometrics*, nº 65, pp. 83-108.

⁵ Helpman E., (1998): “General purpose technologies and economic growth”, MIT Press.

⁶ Jovanovic, B. y Rousseau, P. L. (2003), “General purpose technologies”, *Handbook of Economic Growth*.

⁷ Helpman E. y Trajtenberg, M. (1996): “Diffusion of general purpose technologies”, NBER working paper series N° 5773.

⁸ Chiancone, A., Ramiro, Ch. y Garrido Luzardo, L. (2007): *La nanotecnología en el Uruguay. 2007*. Documento disponible en: <http://estudiosdeldesarrollo.net/relans/documentos/URUGUAY.pdf>.

La distinción entre tecnología que proviene de la oferta y aquellas áreas transversales que se originan en la demanda, es de carácter conceptual, dado que en la práctica y dependiendo de la situación local puede ser difícil discriminar estrictamente entre una y otra. Algunos ejemplos que se identifican son: nanotecnología, biotecnología, turismo y agroindustria, que pueden ubicarse en un gradiente entre ambos tipos de la clasificación.

Por último, en la región se pueden encontrar diversos ejemplos de AT sectoriales, como ser Producción Agropecuaria y Agroindustrial, Logística y Transporte y Turismo en Uruguay. A modo de ejemplo, en la **Tabla 1** se muestran algunas de las Áreas Transversales prioritarias por país que fueron mencionadas en el Cuarto Taller de Armonización de indicadores del 7 de Octubre de 2010 en Madrid.⁹ Se nota que existe una coincidencia en cuanto a algunas de las AT, siendo las más repetidas: Energía, Salud, TIC, Biotecnología y Medioambiente, entre otras.

Tabla 1. Áreas transversales prioritarias en distintos países de América Latina y el Caribe

Áreas	Arg.	Bol.	Chile	Col.	Ecu.	Guat.	Jama.	Méx.	Pan.	Para.	Uru.	Total
Energía	1	1			1	1	1	1	1			7
Salud	1	1		1		1	1		1	1		7
TIC	1		1	1	1			1	1		1	7
Biotecnología	1		1	1				1			1	5
Medioambiente			1		1	1		1				4
Agroindustria	1						1		1			3
Nanotecnología	1							1			1	3
Agropecuaria					1	1				1		3
Desarrollo Social	1				1							2
Materiales y electrónica				1				1				2
Minería		1	1									2
Logística y transporte									1			1
Ingenierías y ciencias nat.										1		1
Diseño				1								1
Medicina								1				1
Tecnologías industriales								1				1
Biodiversidad y recursos nat.		1										1
Agroalimentario			1									1
Turismo			1									1
Apícola			1									1
Servicios generales			1									1
Energías no convencionales			1									1

Nota: Elaboración propia en base a comentarios realizados por los representantes de los países durante el IV Taller de Armonización de Indicadores de RICYT.

⁹ Cabe aclarar que hay países pendientes de inclusión, y de los incluidos pueden faltar áreas que se agregaran posteriormente con las preguntas y comentarios sobre el borrador del documento de trabajo. Además, hay áreas que han sido mencionadas con distintos nombres, y que tal vez se podrían incluir dentro de una misma categoría tras la definición de las mismas.

2. ¿Por qué medir las áreas? ¿Por qué una metodología?

Como decía el premio Nobel de química, Ilya Prigogine: “nada es tan complejo que no pueda ser organizado”. Sin embargo, el actual desenvolvimiento de los conocimientos científicos y tecnológicos presenta un reto a las oficinas de estadísticas de ciencia y tecnología de los países de Iberoamérica. Esto se debe a que el conocimiento va desplazándose, cada vez con más fuerza, por un sendero de desarrollo que rompe las rígidas estructuras de la departamentalización o fragmentación disciplinar. Como consecuencia se cambian antiguos conceptos epistémicos, que afectan tanto a los objetos de estudio como al enfoque desde el cual se aborda el conocimiento científico. Tal desplazamiento va de perspectivas orientadas hacia la multi o pluridisciplinariedad a una visión o bien inter o bien transdisciplinaria, según el área de interés.^{10 11 12}

Así, en el caso del abordaje interdisciplinario éste se caracteriza por la tendencia a englobar campos de acción específicos muy desiguales en contacto a partir de un diálogo de disciplinas entre las cuales existe una influencia recíproca, como por ejemplo la nanotecnología, la biotecnología y las TIC. El abordaje desde la transdisciplinariedad implicaría la intersección de diferentes disciplinas, provocando atravesamientos entre campos capaces de posibilitar múltiples visiones simultáneas del objeto en estudio. Dicho abordaje daría lugar a un proceso de emergencia de nuevas perspectivas y nuevos saberes a partir del diálogo interdisciplinario y de la rebelión de ciertos investigadores, o grupos de investigación, frente a los paradigmas o las metodologías dominantes, como la temática medioambiental o el urbanismo.¹³

De esta manera, es el mismo desenvolvimiento del conocimiento lo que hizo surgir *nuevas áreas* que atraviesan un grupo de saberes antes cerrados y ahora abiertos al diálogo. De ahí que algunas de las denominadas “nuevas áreas transversales” como las mencionadas previamente han pasado a convertirse en “áreas transversales prioritarias”. Esto es en temas de agenda en la política de ciencia, tecnología e innovación como estrategias a adoptar en el corto y mediano plazo.

Sin embargo, surgen determinados obstáculos y barreras a la hora de monitorear y caracterizar mediante indicadores y metodologías vigentes y estandarizadas, como las establecidas en manuales normativos —el Manual Frascati, Manual de Canberra, entre otros—, complejos y emergentes que acabamos de describir.

En primera instancia resulta dificultoso determinar el núcleo de la I+D de las

¹⁰ Athompson, K. (2004): “Prospects for Transdisciplinary”. *Futures*, nº 36, pp. 515-526.

¹¹ Max-Neef, M. A. (2005): “Foundation of transdisciplinarity”. *Ecological Economics*, nº 53, pp. 5-16.

¹² Lawrence, R. J. y Després, C.: “[Futures of Transdisciplinarity](#)”. *Futures*, nº 36, pp. 397-405.

¹³ Jauregy, M. (2004): “Urbanismo y Transdisciplinariedad. Intersecciones (Puntuaciones en relación con el abordaje de la articulación de lo formal y lo informal en América Latina)”. Disponible en: <http://www.jauregui.arq.br/transdisciplinariedad.html>. En este trabajo Jauregy se refiere concretamente que el abordaje de la cuestión urbana contemporánea en Latinoamérica exige colocar en el centro de las atenciones las relaciones entre los sectores formales e informales, considerando de manera interrelacionada los aspectos físicos, sociales y ecológicos, lo que demanda una forma de trabajo en donde se interceptan varias disciplinas y no *visiones individuales que se suman*.

áreas transversales, ya sea desde el punto de vista de las disciplinas que se encuentran involucradas como desde la perspectiva del objetivo socio-económico. Aun considerando intentos interdisciplinarios o en menor cantidad transdisciplinarios, en las investigaciones de hecho la identificación de los *inputs* y *output* del conocimiento suelen estar informados como conjunto de la multiplicidad de líneas desde las que pueden abordarse y no como diálogo entre disciplinas porque metodológicamente no están dadas las herramientas que los engloben. Por ejemplo, cuando un objeto complejo es multifacetado y campo de interés de múltiples discursos y de diferentes miradas y su abordaje abarca la intervención de múltiples discursos disciplinarios sin entrecruzamiento. Es como ver las facetas de un diamante desde cada escorzo, pero sin poder ver el diamante completo.

Igual motivo es el que se predica en el caso de adoptarse como estrategia analizar de forma particular a los actores involucrados en las áreas transversales, ya que *la agregación de los datos de información* provenientes de las instituciones que anualmente son las responsables su recolección no permiten delimitar con claridad la cantidad suficiente de los recursos humanos y su campo de acción para establecer cuándo la muestra es representativa. La única información que nos brinda esa agregación es la unión arbitraria de disciplinas que continúan presentando a los propósitos de su estudio con un envase fragmentado cuya procedencia se fija a partir de la formación profesional de dichos autores.

La importancia de medir estas áreas surge debido a las demandas de información por parte de las autoridades. Por este motivo, no sólo tenemos que enfocarnos en las nuevas áreas transversales, sino que también en aquellas más tradicionales, como el sector de energía, salud o agroindustria.

A la luz de las limitaciones que presentan las herramientas de medición estandarizadas y vista la necesidad de utilizar información que se ajuste al estado del arte de los *nuevos conocimientos transversales* por parte de los profesionales y hacedores de políticas, se torna imprescindible contar con una metodología e instrumento que permita satisfacer los requerimientos formativos e informativos de los usuarios. Estas herramientas complementan a las existentes tratando de alcanzar una metodología, esto es un conjunto de pasos consensuados a nivel regional que se puedan aplicar y replicar en distintos países respetando sus condiciones diferentes, independientemente de la definición particular de las áreas que cada país tome.

3. Situación actual de las fuentes de información

Toda información estadística requiere para garantizar su comparabilidad internacional cumplir con determinados requisitos en sus distintas etapas de producción de la información, que van desde la captación de los datos hasta su procesamiento y presentación, y tienen que ver con los lineamientos y metodologías comunes y normalizadas aplicados para su construcción.

En el caso de las estadísticas de investigación y desarrollo, los lineamientos

que se aplican a nivel internacional provienen del Manual Frascati de la OCDE. Ese manual fue desarrollado teniendo en cuenta las características de desarrollo de los procesos de investigación de los países que integran la OCDE como también de sus sistemas nacionales de estadística. Por este motivo, la construcción de los indicadores de I+D en los países de menor desarrollo relativo, como los que comprenden la región de América Latina y el Caribe, debe ser adaptada al contexto y características de desarrollo científico-tecnológico y estadístico de sus respectivos países.¹⁴

Más allá del origen que haya tenido el manual y las adaptaciones que deben realizar países en desarrollo para construir sus indicadores de I+D, brinda recomendaciones acerca del uso de fuentes de información —primarias y secundarias—, conceptos, variables, alcance y recomendaciones para estimar y generar estadísticas comparables en I+D. De todas maneras, estas recomendaciones que han sido realizadas pensando en generar indicadores tradicionales para medir el *input* de la I+D no necesariamente son aplicables a la hora de medir áreas transversales vinculadas con la I+D.

En lo que respecta a las fuentes, la principal que recomienda el manual es la encuesta dirigida a las instituciones que ejecutan la I+D dado que posibilita disponer de datos más confiables de las que pueden proveer las fuentes secundarias de información. En el caso de Argentina, se pone en práctica esta recomendación, siendo la principal fuente de información para generar los datos estadísticos en ciencia y tecnología el relevamiento anual de instituciones que realizan actividades científicas y tecnológicas.¹⁵ Este se aplica en 165 instituciones del país que representan sectores del gobierno (32), universidades públicas (50) y privadas (52) y entidades privadas sin fines de lucro (31).

La encuesta se rige de las recomendaciones planteadas por el Manual de Frascati en cuanto a variables a ser consideradas para la generación de indicadores de ACyT e I+D y se estableció como una norma práctica de relevamiento a nivel agregado. Es dirigida a las unidades centrales de administración en ciencia y tecnología de cada institución.

Sin embargo, esta característica plantea un primer inconveniente. Si se quiere construir indicadores de I+D en áreas transversales, las variables y clasificaciones adoptadas no permiten identificar con claridad los *inputs* (gasto y personal en I+D involucrado) y *outputs* (servicios científicos y tecnológicos, publicaciones y patentes) relacionados con las áreas transversales.

Para el caso de salud, una de las áreas estratégicas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la República Argentina (MINCYT), el Manual de Frascati brinda recomendaciones para estimar el gasto en I+D y la cantidad de investigadores que trabajan en el área a partir del cruce de información que se tenga de las disciplinas y objetivos socioeconómicos de los

¹⁴ Para más detalle ver Rodolfo Barrere y Ernesto Fernández Polcuch (2007): "Alternativas metodológicas y su impacto en la comparabilidad internacional de los indicadores", *El Estado de la Ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología 2007 – RICYT*.

¹⁵ Esta metodología también se aplica en otros países de América Latina y el Caribe.

proyectos, gastos y recursos humanos en I+D.¹⁶ La clasificación cruzada de las actividades por disciplina y objetivo socioeconómico ofrece el mejor panorama para esta tarea. De todas maneras, todo depende del diseño que tenga la encuesta, dado que por lo general no permite un cruce de las variables “disciplina” y objetivos “socioeconómicos”.¹⁷ Este es un caso donde se podría utilizar los métodos sugeridos por Frascati para tratar de estimar un indicador, siempre y cuando se apliquen adaptaciones cuyo nivel de complejidad puede variar dependiendo del diseño que tenga el instrumento de recolección de información.

Tabla 2. Criterio básico para estimar el gasto y personal de I+D en salud

Disciplina OSE	Ciencias Médicas	Biología	Otras Ciencias Naturales e Ingenierías	Ciencias Sociales y Humanidades
Protección y Mejora de la Salud Humana	X	X	X	X
Investigación no Orientada	X	?		
Demás OSE	X			

Fuente: Manual de Frascati

De todas maneras, para el resto de las áreas estratégicas del MINCYT esto era imposible de poder aplicar, por lo que se intentó solucionar esta dificultad incorporando preguntas específicas que permitieran generar indicadores sobre Biotecnología, Nanotecnología, TIC, Agroindustria, Energía, Salud y Desarrollo Social.¹⁸ Las preguntas incluidas son sobre montos destinados en I+D, cantidad de investigadores, becarios de investigación y proyectos para cada área estratégica.

La inclusión de estas preguntas en un cuestionario no soluciona el problema, sino que agrega otros al interior del organismo que releva y de la institución que es relevada. Estos problemas los podemos agrupar, en principio, de la siguiente manera:

- Conceptual
- Transversalidad de la I+D
- Sistematización de la información

¹⁶ El núcleo principal de la I+D en el área de Salud es la que se ubica en la disciplina “Ciencias médicas” y en el objetivo socioeconómico “protección y mejora de la salud humana” como objetivo socioeconómico. Sin embargo, puede existir I+D en el área de salud en otras disciplinas como “Biología”, “Otras ciencias naturales e ingenierías” y en “Ciencias sociales y humanidades”; así como también en la “Investigación no orientada” dentro de los objetivos socioeconómicos.

¹⁷ La Dirección Nacional de Información Científica del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación realizó, a partir de una solicitud de la OPS, una metodología para estimar el cálculo de Indicadores de Salud en la Argentina.

¹⁸ Independientemente de la metodología utilizada para estimar el gasto y los investigadores en el área de salud, se optó por incluir en el relevamiento la pregunta para esta área.

3.1. Conceptual

Este es un problema que debe afrontar el organismo que diseña la pregunta. Para la mayoría de estas áreas estratégicas hay dificultades para definir las conceptual y operativamente. En algunos casos existen una o varias definiciones y en otros ni siquiera existe una definición del área estratégica, lo cual dificulta comprender que proceso queremos medir. A su vez, tampoco hay consensos en las áreas transversales que poseen definiciones.

3.1.1. Nanotecnología

La nanotecnología es uno de los ejemplos de áreas con dificultad para conceptualizar. Si bien es un área en donde se investiga y se realizan desarrollos en la escala de los nanómetros, la mil millonésima parte de un metro, todavía no están claras las fronteras que separan lo que es nanotecnología y microtecnología. Un estudio reciente de la OCDE ilustra la diversidad de definiciones existentes.¹⁹ Asimismo, para algunas definiciones varían las posibles áreas que abarca la nanotecnología: algunas se enfocan en describir las disciplinas que participan, mientras que otras se enfocan en las tecnologías que son consideradas dentro del “término nanotecnología”. En otras se divide la definición en nanociencias —“El estudio de los fenómenos y la manipulación de los materiales a escalas atómicas, moleculares y macromoleculares...”— y en nanotecnología —“El diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas obtenidos a partir del control del tamaño y forma a escala nanométrica”.

¹⁹ Palmberg C., Denis H. y Miguet C. (2009): “Nanotechnology: an overview based on indicators and statistics”, OECD. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/59/9/43179651.pdf>.

Recuadro 1. Definiciones sobre nanotecnología

Fuente	Definición
Estados Unidos: National Nanotechnology Initiative	El entendimiento y el control de la materia en dimensiones aproximadamente entre 1 y 100 nanómetros, donde fenómenos únicos permiten nuevas aplicaciones. Incluye la ciencia, tecnología e ingeniería en la nanoescala, incluyendo imágenes, mediciones, creación de modelos y manipulación de la materia.
Séptimo programa marco de la Unión Europea (2007-2013)	Generar nuevos conocimientos en fenómenos de interfase y dependientes del tamaño; control en la nanoescala de la propiedad de materiales para nuevas aplicaciones; integración de tecnologías en la nanoescala; propiedades de autoensamblado; nanomotores; máquinas y sistemas; métodos y herramientas para caracterizaciones y manipulaciones en la nanoescala; tecnologías de nano precisión en química para la producción de materiales básicos y componentes; el impacto en la salud humana y el medioambiente; metrología, monitoreo y uso de sensores; nomenclatura y estándares; exploración de nuevos conceptos y enfoques para aplicaciones sectoriales, incluyendo la integración y convergencia de tecnologías emergentes.
Japón: Segundo Plan Básico de Ciencia y Tecnología (2001-2005)	La nanotecnología es una ciencia y tecnología interdisciplinaria que abarca tecnologías de la información, ciencias medioambientales, ciencias de la vida, ciencias de materiales, etc. Es para controlar y manipular los átomos y moléculas en el orden de los nanómetros, posibilitando el descubrimiento de nuevas funciones que utilicen las características únicas de los materiales en la nanoescala, para promover la innovación tecnológica en diversos campos.
Working definition of ISO TCC 229 in 2007	El entendimiento y el control de la materia y procesos en la nanoescala, típicamente, pero no exclusivamente, por debajo de los 100 nanómetros en una o más de las dimensiones en donde los fenómenos dependientes del tamaño usualmente permiten nuevas aplicaciones. Utilizando las propiedades de los materiales en la nanoescala que difieren de las propiedades de los átomos, moléculas individuales para crear materiales mejorados, dispositivos y sistemas que explotan esas propiedades.
Oficina Europea de Patentes	El término abarca entidades con un tamaño geométrico en al menos uno de sus componentes funcionales por debajo de los 100 nanómetros, susceptible de tener efectos físicos, químicos o biológicos intrínsecos a dicho tamaño. También cubre equipamiento y métodos para el análisis controlado, manipulación, procesamiento o medición con precisión por debajo de los 100 nanómetros.
Alemania	La nanotecnología es la investigación, aplicación y producción de estructuras, materiales moleculares, y sistemas con una dimensión y/o tolerancia en la producción de menos de 100 nanómetros. En esta escala los componentes del sistema permiten la realización de nuevas funcionalidades y propiedades para mejorar los productos y aplicaciones existentes, o desarrollar nuevas.
Reino Unido	Dividen en: Nanociencias: El estudio de los fenómenos y la manipulación de los materiales a escalas atómicas, moleculares y macromoleculares, en donde las propiedades difieren significativamente de aquellas existentes a escalas mayores. Nanotecnología: El diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas obtenidos a partir del control del tamaño y forma a escala nanométrica.

Nota: elaboración propia en base a Palmberg et al, 2009; BMBF, 2007; y The Royal Society, 2004.^{20 21}

²⁰ BMBF (2007): "Nano-Initiative-Action Plan 2010". Disponible en: http://www.bmbf.de/pub/nano_initiative_action_plan_2010.pdf.

²¹ The Royal Society (2004): "Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties". Disponible en: <http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf>.

3.1.2. *Biotecnología*

La definición de biotecnología también presenta dificultades, que tienen que ver con la existencia de definiciones amplias que conviven con listas específicas de tecnologías.^{22 23} En ambos documentos, el de Naciones Unidas y el de la OCDE, se incluye una definición amplia de biotecnología. Ambas definiciones presentan leves diferencias entre sí. Por ejemplo, la definición de Naciones Unidas —“Se entiende por biotecnología toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”— sólo habla de tecnología, mientras que la de la OCDE —“La aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos, así como sus partes, productos y modelos de los mismos, para alterar materiales vivos o no para la producción de conocimientos, bienes y servicios”— incluye a la ciencia dentro de su definición amplia. Pero además, para el caso de la OECD, se complementó la definición amplia con una definición basada en listas de los diferentes tipos de tecnologías que se pueden agrupar dentro del término biotecnología. Por supuesto, este tipo de definiciones no es necesariamente estática ni abarcativa.

3.1.3. *Tecnología de la Información y la Comunicación*

También el término “Tecnologías de la Información y Comunicación” es amplio y no hay en todos los estudios fronteras homogéneas y claras sobre lo que cae o no dentro de dicho término.²⁴ Esto lleva a una revisión de la literatura nacional e internacional para llegar a una definición que intente dar el alcance que tiene cada área transversal. En el caso de existir, no necesariamente están consensuadas a nivel internacional. A modo de ejemplo, en el **Recuadro 2** se exponen las definiciones que fueron adoptadas en el relevamiento a instituciones que realizan actividades científicas y tecnológicas en la Argentina.

²² Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). En: <http://www.cbd.int/convention/convention.shtml>.

²³ Van Beuzekom B. y Arundel A. (2006), “OECD Biotechnology statistics”, OECD. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/51/59/36760212.pdf>

²⁴ The World Bank Group: “Information and communication technologies”. Disponible en: http://www1.oecd.org/dac/ictcd/docs/matrixdocs/WB_paper1.pdf.

Recuadro 2. Definiciones utilizadas en el Relevamiento a instituciones que realizan actividades científicas y tecnológicas

- ✓ **Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC):** consiste en el hardware, software, redes de trabajo y medios de comunicación para la recolección, almacenamiento, procesamiento, distribución y presentación de la información (voz, datos, texto, imagen) así como otros servicios relacionados.
- ✓ **Biotecnología:** la biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.
- ✓ **Nanotecnología:** la nanotecnología se refiere a la creación de materiales útiles/funcionales, dispositivos y sistemas, mediante el control de la materia en escala del nanómetro, a través del aprovechamiento de nuevos fenómenos y propiedades (físicas, químicas y biológicas) a escalas nanométricas.
- ✓ **Salud humana:** comprende a los proyectos de I+D destinados a proporcionar los conocimientos adecuados para la prevención de las enfermedades y la promoción de la salud y el bienestar tanto del individuo como de la colectividad. Incluye también, el estudio de la salud animal, en el caso de aquellas enfermedades que representan un grave problema para la salud pública. Los proyectos clasificados en este sector buscan lograr el amplio propósito de: mantener, reponer y mejorar la salud y el bienestar; prevenir, tratar y erradicar enfermedades; y comprender mejor los complejos procesos vitales de los organismos humanos relacionados con la vida, la salud y sus alteraciones (enfermedad).
- ✓ **Energía:** comprende los proyectos de I+D destinados a investigar e innovar en materia de producción, almacenamiento, transporte y uso racional de todas las formas de energía. Se pueden clasificar en dos tipos de energía: “renovables” y “no renovables”.
- ✓ **Energías no renovables:** comprende los combustibles fósiles, es decir los depósitos geológicos de materiales orgánicos combustibles que se encuentran enterrados y que se formaron por la descomposición de plantas y animales que fueron posteriormente convertidos en petróleo crudo, carbón, gas natural o aceites pesados al estar sometidos al calor y presión de la corteza terrestre durante cientos de millones de años. Forma parte de este grupo la energía nuclear.
- ✓ **Energías renovables:** se entiende a aquella que es producida a partir de fuentes indefinidamente renovables, por ejemplo: las fuentes de energía hídrica, solar, geotérmica y eólica, así como la bioenergía a partir de biomasa que es producida de forma sostenible. Incluye la investigación sobre los procesos diseñados para incrementar la eficacia de la producción, el aumento de la escala de operación, la distribución de energía, la conservación de la energía y el impacto que pueden tener en la economía y en la sociedad.
- ✓ **Agroindustria:** El concepto utilizado será el de agroindustria como sinónimo de industria alimentaria y de industria de alimentos y bebidas. De acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme elaborada por la División de Estadísticas de la Organización de Naciones Unidas, se entiende por industria alimentaria a la que elabora los productos de la agricultura, la ganadería y la pesca para convertirlos en alimentos y bebidas para consumo humano o animal, y comprende la producción de varios productos intermedios que no son directamente productos alimenticios. La actividad suele generar productos asociados de valor superior o inferior (por ejemplo, cueros procedentes de los mataderos o tortas procedentes de la elaboración de aceite).

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Transversalidad de la I+D

Entendida ésta como que impacta en más de un área definida, trascendiendo las demarcaciones reduccionistas a una disciplina única y a su vez por la interdisciplinariedad de los recursos humanos que puedan participar en sus

proyectos de I+D. Esto obliga a definir criterios que ayuden al encuestado a asignar los recursos —monetarios y/o humanos— en cada área estratégica. Básicamente, lo que se plantea es definir la forma de contar las personas que desarrollan sus investigaciones en proyectos que pueden pertenecer a diferentes áreas estratégicas —proyecto en biodiesel: energía y biotecnología— o proyectos de diferentes áreas estratégicas.

Una posibilidad es hacer un conteo por tiempo dedicado a cada proyecto o decidir contar cada individuo en personas físicas independientes del área donde se puede clasificar un proyecto. En el caso de Argentina se planteó contar personas físicas tal como se expone en el **Recuadro 3** para asignar proyectos y recursos humanos en áreas estratégicas.

Recuadro 3. Criterios para asignar proyectos y recursos humanos en áreas estratégicas

Investigadores y Becarios de I+D: deberán computarse el número de Investigadores y/o Becarios de I+D que participan en proyectos de I+D clasificados en cada uno de los sectores prioritarios. Algunos casos especiales que deben tenerse en cuenta:

- En el caso de Investigadores y/o Becarios de I+D que participan en más de un proyecto de I+D y que a su vez son clasificados en diferentes sectores; deberán ser contabilizados en cada sector prioritario donde han participado con el proyecto de I+D.
- En el caso de Investigadores y/o Becarios de I+D que participan de un proyecto de I+D que puede ser clasificado en más de un sector prioritario; deberán ser contabilizados en cada sector prioritario donde ha sido clasificado el proyecto, y éste, a su vez, contabilizado como proyecto en cada sector priorizado.

Proyectos de I+D: deberá computarse el número de proyectos de I+D clasificados en cada uno de los sectores prioritarios. Para algún caso especial se deberá tener en cuenta:

- En el caso de un proyecto de I+D que pueda ser clasificado en más de un sector prioritario deberá ser contabilizado en cada sector prioritario donde ha sido clasificado el proyecto.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Sistematización de la información

Las áreas administrativas que tienen la responsabilidad de responder a la encuesta no cuentan información sistematizada de todos los proyectos de I+D de cada grupo de investigación de la institución —montos y nombres de las participantes de cada proyecto y una descripción precisa que permita asociar un proyecto a cada área. En el caso de que cuenten con sistemas integrados de información, no siempre cuentan con las capacidades cognitivas para poder definir y procesar la información para dar respuesta a estos requerimientos.

De igual manera, se pueden utilizar otras fuentes secundarias de información pero que presentan distintas problemáticas como insumo para la obtención de indicadores. Básicamente, esta problemática tiene que ver con la cobertura que tienen las fuentes. En Argentina y posiblemente en muchos de los países de América Latina y el Caribe, existen bases con información acerca de los subsidios otorgados a instituciones y grupos de investigación para que ejecuten

proyectos de I+D. Lo que permiten estas bases es conocer parcialmente la cantidad de proyectos y financiamiento otorgado a cada institución. Pero esta información, en el caso de Argentina, es parcial, dado que sólo incluye fondos para financiar las actividades que implica la ejecución del proyecto de I+D sin contemplar el pago de salarios del personal entre otros recursos. Asimismo, no permiten computar la cantidad de recursos humanos dado que no se cuenta con los datos sistematizados. A su vez, las instituciones ejecutan proyectos de investigación financiados por otros organismos (del país y del exterior) que no forman parte de esta base. Aquí se plantea el problema de cobertura institucional y de la totalidad de proyectos de I+D que realizan.

A su vez, se suma la complejidad de definir criterios para asociar los proyectos a cada una de las áreas estratégicas para poder cuantificar la información. Similar dificultad existe con otras fuentes secundarias, como es, por ejemplo, la base del Programa de Incentivos del Ministerio de Educación, que sólo permite cuantificar la cantidad de investigadores que tienen proyectos de I+D en la universidad pública, quedando fuera el resto del personal que investiga en instituciones de otros sectores.²⁵

4. Metodología

Teniendo en cuenta la problemática descrita en el punto previo, y la experiencia que la Argentina ha tenido en la elaboración del Boletín Estadístico Tecnológico, a continuación se describen los pasos de la metodología propuesta para la generación de información sobre un AT en particular.²⁶ A grandes rasgos, se han identificado los siguientes cinco puntos esenciales para la elaboración de la información:

- Delimitación y definición operativa del área a estudiar
- Identificación del universo de interés
- Selección de indicadores
- Selección de fuentes
- Procesamiento y análisis

4.1. Delimitación y definición operativa del área a estudiar

En primer lugar, el punto de partida es la delimitación y definición operativa del área bajo estudio. Esto se puede realizar gracias a la consulta con expertos en la temática, como así también al tomar de base estudios previos en la literatura nacional e internacional. Los expertos pueden o no pertenecer al organismo que realiza el estudio; según la experiencia argentina, lo recomendable es contar tanto con expertos internos como externos, ya que puedan aportar visiones y perspectivas complementarias sobre como definir el área a estudiar. Los expertos serán aquellos individuos que la conocen, ya sea por tener una amplia y reconocida trayectoria de investigación en la misma o por contar con una amplia experiencia en administración y gestión de proyectos de ciencia,

²⁵ Disponible en: <http://incentivos.spu.edu.ar/>

²⁶ Los BET sobre las áreas prioritarias de Agroindustria, Biotecnología, Nanotecnología y TIC de Argentina se encuentra disponibles en: <http://www.mincyt.gov.ar/publicaciones/>.

tecnología e innovación en el área, tanto en el sector público como en el privado.

Los expertos no sólo deberían definir el concepto general que define el área —por ejemplo, qué se va a entender en el estudio por biotecnología—, sino que también es recomendable que realicen la definición de las distintas subclasificaciones del sector, en las cuales se focalizará la generación de información. Siguiendo con el ejemplo previo, una posible forma de dividir la biotecnología en subáreas es la siguiente: Salud humana y animal, Agricultura y plantas, e Industria y medioambientales.²⁷

Por último, en este punto inicial se define el alcance del estudio, seleccionando precisamente qué parte o conjunto de partes del AT se van a estudiar, en cuáles de las posibles subáreas se hará mayor hincapié y de qué forma se encarará el estudio. Definiéndose qué dimensiones del AT a estudiar se contemplarán, se pueden cubrir distintos aspectos: científicos, tecnológicos, de innovación, políticos, económicos, normas y regulaciones, cooperación internacional, entre otros.

4.2. Identificación del universo de interés

Una vez elegida y definida operativamente el área, el segundo punto consiste en identificar cual será la unidad de análisis del trabajo, que dependerá de las facetas seleccionadas en el punto 1. Pues, según qué dimensiones se quieran retratar (científicas, tecnológicas, de innovación, etc.), las unidades de análisis (investigadores o grupos de investigación, institutos de ciencia y tecnología, universidades, fundaciones y organismos no gubernamentales, empresas) a identificar variarán. Las mismas pueden definirse a partir de la información disponible en las distintas bases de datos existentes, entre las que podemos mencionar las siguientes:

- *Base de patentes.* Pueden ser las referentes a las patentes solicitadas u otorgadas a nivel nacional, o en oficinas de otros países regiones como los Estados Unidos, Japón o la Unión Europea, o aquellas gestionadas a través del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (TCP).²⁸ Este tipo de bases refleja los patrones de innovación tecnológica, identificándose las organizaciones, los inventores y las ramas tecnológicas declaradas en las patentes.
- *Base de proyectos.* Las búsquedas se realizan en el título y la descripción disponible de cada proyecto en bases de proyectos de organismos de financiación nacionales y internacionales. Los proyectos pueden ser de diversa índole: de investigación y desarrollo, de modernización tecnológica, entre otros. En el caso de Argentina, se dispone de información del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), del Fondo Fiduciario de la Promoción de la industria del Software (FONSOFT), y del Fondo Argentino Sectorial

²⁷ Boletín Estadístico Tecnológico – N° 4 – Biotecnología, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en http://www.mincyt.gov.ar/publicaciones/BET_Biotecnologia.pdf.

²⁸ Disponible en: <http://www.wipo.int/treaties/es/registration/pct/>.

(FONARSEC).^{29 30}

- *Base de publicaciones científicas.* Este tipo de bases—Science Citation Index, Compendex, Medical Abstracts y Scopus, entre otras— indexan las publicaciones científicas de un conjunto de revistas líderes en las disciplinas científicas de su incumbencia. Exponen los productos, medidos a partir de publicaciones científicas, de los proyectos de investigación y desarrollo.
- *Otras bases.* Existen bases alternativas como las bases de: curriculum vitae —CVUy en Uruguay, CV-Lattes en Brasil, GrupLac en Colombia—, miembros de asociaciones o cámaras empresarias, o de proyectos presentados a competencia de premios como el caso de INNOVAR en Argentina, entre otras.³¹

Para buscar en las distintas bases que información se corresponde al AT bajo estudio, la estrategia sugerida es la de elaborar un conjunto de palabras clave que permitan identificar los conceptos, ideas y términos relacionados con la misma, como así también de sus respectivas subdivisiones. Luego, a partir de las palabras claves definidas, se aplican las mismas en los distintos tipos de bases de datos. Las búsquedas en cada base permitirán seleccionar aquellos proyectos, patentes y publicaciones relacionados con el AT en cuestión. Y a partir de los mismos, se identifican los distintos tipos de actores (empresas, entidades sin fines de lucro, investigadores o grupos de investigación en universidades y en organismos de ciencia y tecnología, entre otros), que trabajan en temas relacionados con el área bajo estudio.

Asimismo, se pueden identificar otros actores al utilizar medios alternativos, como las bases de curriculum vitae, de las cuales el CVUy de Uruguay es un ejemplo, o por la información disponible en cámaras empresariales que trabajan en temas relacionados con el área en cuestión, o en artículos periodísticos o de investigación que suelen hacer referencia a individuos o entidades que se ocupan del AT bajo estudio.³²

Si bien este método es un excelente primer paso para escudriñar el área, no debe ser la única fuente, pues se corre el riesgo de subrepresentar o de sobreestimar la magnitud del área, dependiente de la definición inicial de las palabras claves. Lo ideal, es complementar el trabajo con las opiniones, sugerencias y comentarios de expertos, en lo posible generalistas, que dominen los campos a indagar, con el fin de precisar el terreno que se mapeará en el estudio. De esta forma, mediante las búsquedas de información realizadas, se puede construir el marco muestral con las distintas unidades identificadas, clasificándolas por tipo, que representan el conjunto de actores dentro del área prioritaria.

²⁹ Disponible en: <http://www.agencia.mincyt.gov.ar/spip.php?article38>.

³⁰ Disponible en: <http://www.agencia.mincyt.gov.ar/spip.php?article28>.

³¹ Disponible en: <http://www.innovar.gob.ar/>.

³² Disponible en: <http://www.anii.org.uy/cvuy.html>.

4.3. Selección de indicadores

El tercer paso consiste en establecer cuáles serán los indicadores a estudiar para la medición del área. A grandes rasgos, éstos podrán dividirse en los indicadores habituales utilizados para la comparación entre países o aquellos específicos que dependen del AT:

- *Indicadores generales.* En este caso se hace referencia a los indicadores usuales de insumo-producto para la medición de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación: como el gasto en I+D, características de los recursos humanos, producción científica y tecnológica medida a través de patentes y publicaciones, entre otros.^{33 34} Estos indicadores son los que habitualmente elaboran las oficinas de estadística en ciencia y tecnología de los distintos organismos nacionales de los países de Iberoamérica, que luego sirven como insumo para la elaboración de indicadores de comparación internacional, que difunde la RICyT.³⁵
- *Indicadores Específicos.* Este conjunto de indicadores es creado sólo para el AT, intentando reflejar la dinámica de dimensiones de la misma que son específicas y particulares, y que sólo pueden ser capturadas con indicadores especiales. Por ejemplo, en el caso de la biotecnología se puede mostrar indicadores sobre la cantidad de variedades vegetales solicitadas, otorgadas y licenciadas. Otro ejemplo, pero en este caso en el sector de energía, podría ser la medición de la cantidad de empresas clasificadas por tipo de energía (bioenergía, eólica, hidráulica, nuclear y solar, entre otras). Un último ejemplo podría ser un indicador que refleje las tecnologías principales, o más desarrolladas en una tecnología emergente, como la nanotecnología.

4.4. Selección de fuentes

Una vez que se han identificado las unidades muestrales y se ha definido el conjunto de indicadores para medir el área prioritaria, se debe analizar exhaustivamente cuáles serán las fuentes a utilizar para recaudar la información a utilizar en la redacción del estudio.

En primer lugar, se sugiere indagar en las fuentes secundarias disponibles, como artículos de investigación en revistas científicas o tecnológicas, estudios de mercado, noticias periodísticas a nivel nacional e internacional, otros informes o documentos previos, con el fin de cubrir las necesidades de información del punto 3.

Sin embargo, si estas fuentes no llegaran a ser suficientes o no cubren los puntos concretos del AT bajo estudio, es indispensable la necesidad de diseñar

³³ Godin, B. (2007), "Science, accounting and statistics: the input-output framework", Project on the history and sociology of S&T statistics, working paper N°31. Disponible en: http://www.csiic.ca/PDF/Godin_31.pdf.

³⁴ Sancho R. (2002), "Indicadores de los Sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación", *Economía Industrial*, n° 343, pp. 97-109.

³⁵ Disponible en: <http://www.ricyt.org/>.

y realizar una encuesta específica, que permita, tras el procesamiento de la misma, elaborar los indicadores seleccionados en el punto 3. La misma estará dirigida directamente a las unidades muestrales identificadas en el punto 2, permitiendo obtener información precisa y certera sobre las actividades en el área por parte de los actores directamente involucrados en la misma.

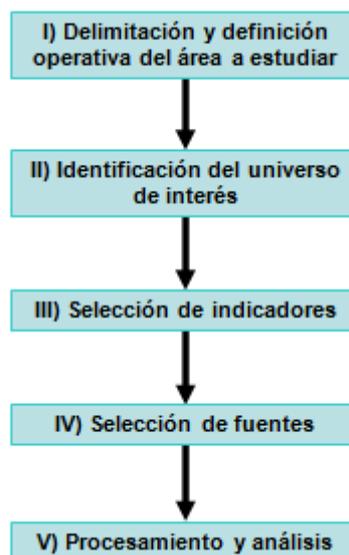
4.5. Procesamiento y análisis

Por último, se realiza el procesamiento de la información obtenida y seleccionada, con el fin de analizarla y plasmarla en una serie de indicadores e informes sobre el AT en el cual se centra la investigación.

Síntesis y temas a explorar

En síntesis, la **Figura 1** esquematiza los pasos a seguir para la elaboración de indicadores para un AT, lo que permite responder a las preguntas que uno se realiza al abordar el estudio de un AT sobre la cual no se contaba con información sistematizada previamente.

Figura 1. Pasos de la metodología para la medición de AT



El punto I) responde a lo que se entiende por el AT a estudiar, cuál es su definición y alcance. El punto II) responde a la pregunta de quienes son las personas y entidades que se encuentran realizando investigaciones o comercializando en el área prioritaria, con el fin de empezar a delinear el conjunto de actores en el país que se dedica al tema. El punto III) responde a la pregunta sobre las dimensiones a utilizar para medir el estado y la dinámica del área estudiada.

El punto IV) da una respuesta a las fuentes que se utilizarán para elaborar los indicadores seleccionados en el punto III). Por último, en el punto V) se

elaboran los indicadores e informes correspondientes. De esta forma, al seguir la metodología propuesta es posible recolectar y sistematizar gran cantidad de información para la medición y posterior análisis del AT en cuestión, que sirve de insumo para el diseño de políticas públicas y para la toma de decisiones.

Sin embargo, esta propuesta requiere avanzar en diferentes aspectos. Por un lado, realizar otros ejercicios de aplicación que permitan dar cuenta de la fortaleza del enfoque y de la solidez de los resultados obtenidos en diferentes países iberoamericanos. Por el otro, existen aún distintos temas a explorar, relacionados con la posibilidad de medir el desarrollo de las AT y que podrán ser sujeto de futuros análisis.

En primer lugar, es necesario estudiar las limitaciones que se encuentran en la cobertura del sector privado. La metodología presentada, tanto para determinar las instituciones involucradas en cada una de las áreas (el marco muestral) como para calcular los distintos indicadores, es insuficiente cuando se quiere aplicar al sector empresarial. La búsqueda de palabras clave se podría utilizar, como punto de partida, dentro de la base de datos de patentes o dentro de los registros de proyectos financiados o subsidiados por agencias gubernamentales.

Las bases de datos de patentes tienen al menos dos problemas. En primer lugar, no existe en nuestros países una fuerte tradición de patentar: el patrón de generación de conocimiento está más orientado hacia la producción de revistas científico-tecnológicas que hacia el conocimiento protegido por los derechos de propiedad intelectual, comportamiento inverso a los países de la OCDE. En este sentido la base de datos de patentes podría arrojar una mejor aproximación a la identificación de las empresas extranjeras o subsidiarias residentes que pueden realizar actividades de I+D en las áreas estratégicas (problemas de subdeterminación de marco muestral).³⁶

En segundo lugar, en algunos países sólo se puede obtener información identificatoria de las patentes otorgadas y no de las solicitadas, por lo cual existiría un fuerte rezago entre que la empresa realizó actividades de I+D en el área en cuestión y que la patente fue otorgada. Para las empresas largamente establecidas sigue siendo una fuente de información, pero se pierden las empresas más jóvenes o que recientemente se hayan dedicado a los temas de las áreas estratégicas. Este problema es aún más acuciante cuando lo que se quiere identificar son los esfuerzos en áreas tecnológicas emergentes que no tienen larga data (problemas de subestimación de indicadores).³⁷

La información proveniente de agencias financiadoras de proyectos innovadores, por su parte, tiene como ventaja que, además de brindar los datos de las empresas, pueden otorgar directamente la información de los indicadores para el período en cuestión. Es decir, son una fuente doble de información, tanto para la creación del marco muestral como para la construcción de los indicadores.

³⁶ Los no residentes han solicitado al menos el 80% de las patentes de Uruguay en los últimos 20 años.

³⁷ En el caso de Uruguay, tomando como período de referencia la última década de información disponible, los residentes solicitaron, en promedio, 37 patentes anuales y obtuvieron tan sólo 5.

Una vez agotadas las fuentes anteriores surge la necesidad de aproximarse al marco muestral complementándolas con otros registros existentes que variarán entre cada área, ya sea por su tipología o por su grado de madurez. Una lista tentativa de registros a los que se puede recurrir es la siguiente:

- Encuestas de actividades de innovación
- Registros de empresas de los institutos nacionales encargados de las estadísticas económicas
- Registro externos específicos, como *clusters* o asociaciones empresariales
- Estudios previos de las áreas en cuestión

Las encuestas de actividades de innovación resultan sumamente útiles para las áreas asociadas total o parcialmente a sectores económicos. A modo de ejemplo, en Uruguay se podrían utilizar los datos de la EAI en el sector Servicios para aproximarse al área estratégica definida como Turismo. Algunos sectores CIIU4 son específicamente de turismo y pueden ser tomados directamente, como 5519 (Actividades de alojamiento en estancias turísticas) y 79 (Actividades de las agencias de viajes, operadores turísticos y servicios de reserva relacionados), pero en otros casos están contenidos en categorías más amplias y numerosas, que generarían la necesidad de un análisis más profundo, como ser 50 y 51 (Transporte) o 55 (Alojamiento y servicios de comida).

En el mismo sentido se orientan los registros de empresas de los institutos nacionales de estadística, como el INE uruguayo, ya que el mismo se realiza en base al sector CIIU y sirve de marco muestral tanto para la EAI como para las encuestas de actividad económica que realiza el mismo instituto. La ventaja de este registro es que abarca a todos los sectores CIIU, mientras que las EAI pueden ser representativas de algunos sectores.³⁸

Los puntos III) y IV) dependen más de la casuística pero, dado que las áreas son definidas políticamente, podría esperarse que o bien exista una alineación institucional en torno a las mismas o que la definición refleje una evolución preexistente del sector productivo. En Uruguay, como punto de partida se pueden utilizar las consultorías realizadas para definir las áreas, pero sobre todo se puede recurrir al listado de empresas que conforman *clusters* apoyados desde distintas instituciones gubernamentales.

Por ejemplo, el Programa de Apoyo a la Competitividad y Promoción de las Exportaciones de la Pequeña y la Mediana Empresa (PACPYMES) facilitó la conformación en 2006 de un *cluster* de empresas e instituciones llamado

³⁸ La EAI de Uruguay no abarcó el universo total del sector servicios, concretamente los subsectores abarcados por la encuesta fueron, según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) Revisión 3: Divisiones 40 "Suministro de Electricidad, Gas, Vapor y Agua Caliente"; 41 "Captación, Depuración y Distribución de Agua"; 55 "Hoteles y Restaurantes"; 60 "Transporte por vía Terrestre y por Tubería"; 61 "Transporte por vía Acuática"; 62 "Transporte por vía Aérea"; 63 "Actividades de Transporte, complementarias y auxiliares"; 64 "Correo y Telecomunicaciones"; 71 "Alquiler de Maquinaria y Equipo, Efectos Personales y Enseres Domésticos"; 72 "Informática y Actividades Conexas"; 73 "Investigación y Desarrollo"; 74 "Servicios Prestados a las Empresas"; 85 "Actividades relacionadas con la Salud Humana".

Ciencias de la Vida donde se identifican empresas relacionadas con la biotecnología, la ingeniería biomédica y dispositivos médicos, la industria farmacéutica y filoterápicos y el área ambiental, cada una vinculada a una de las áreas estratégicas definidas en febrero de 2010.

Mientras la acumulación de las distintas fuentes siga siendo insuficiente sería necesario realizar primero un censo empresarial que permita catalogar a las empresas que realizan actividades de I+D dentro de las áreas, lo cual resultaría un excelente punto de partida pero podría ser muy costoso y difícil de mantener actualizado.

Una vez obtenido el marco, será necesario evaluar la posibilidad de, aplicar una encuesta específica de cada área estratégica, o, de agregar un módulo a las encuestas ya existentes cuando se pudiese para evitar los problemas de superposiciones de encuestas sobre los mismos informantes que atente contra la calidad de la información obtenida (encuestas de actividades de innovación, encuestas económicas y encuestas específicas, entre otras).

Como ya fue mencionado, las dificultades pueden diferir entre las áreas en los casos de áreas conformadas por sectores económicos o agrupación de sectores. El abanico de posibilidades es más amplio ya que la identificación CIU permite utilizar los registros tradicionales. Una estrategia posible sería iniciar el estudio para estas áreas (en el caso de Uruguay podría ser turismo, logística y transporte, software o servicios informáticos y producción Audiovisual, por ejemplo) e iniciar los esfuerzos del otro tipo de áreas con aquellas más incipientes que pueden ser acotadas con mayor facilidad (nanotecnología, por ejemplo).

Por otra parte, el interés generado por las AT tiene que ver en gran medida con su potencial para el desarrollo económico y social de los países. En ese sentido, resulta de gran importancia aproximarse a la medición del impacto social de estas áreas. Se trata, sin embargo, de un problema complejo que no está resuelto en las metodologías disponibles para la construcción de indicadores.

Hasta el momento, en la definición del concepto “áreas transversales”, se han considerado los factores correspondientes a la oferta de conocimientos, y a la demanda, especialmente la que proviene del sector político, instancia donde se decide el apoyo y la financiación de las actividades concernientes. No obstante, existe un tercer componente relacionado con la demanda social y la participación de los sectores de la sociedad civil que la representan, que adquieren especial importancia en la dirección que podría adoptar la aplicación de la I+D en el marco de las áreas transversales y, consecuentemente, en su impacto social.

En relación al desarrollo de las bio y nanotecnologías en la región, Chiancone y otros (2007) plantean que:

“La definición de áreas estratégicas es un caso de definición de política *top-down* en la que un determinado tema ingresa a la agenda como consecuencia de las estrategias formales o informales de un decisor o jerarquía política, y no como resultado de un proceso social creado en torno al surgimiento, tratamiento y resolución de un determinado problema” (O’Donnel & Oslak, 1975).

Este tipo *top-down* de política puede generar conflictos sociales. Un ejemplo lo constituye el Programa Nacional de Bioseguridad (Presidencia de la República Oriental del Uruguay, 2006), inserto en el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Biotecnologías en el MERCOSUR—BIOTECH y con el financiamiento de la Unión Europea (Unión Europea—MERCOSUR, 2005). Sobre dicho programa varias organizaciones sociales han expresado su disconformidad, tanto sobre el desempeño del Comité Nacional de Bioseguridad como sobre los mecanismos para garantizar la participación ciudadana (Redes Amigos de la Tierra, 2007).³⁹

Guillermo Foladori es más enfático en señalar la importancia de la participación de la sociedad civil en la orientación del impacto social de las nuevas tecnologías:

“Por lo regular las políticas de ciencia, tecnología e innovación ofrecen un mínimo financiamiento de corta duración para la I+D, y se espera que el sector privado haga el resto, o sea continúe las investigaciones, produzca y llegue al consumidor. Sin embargo, los bajos niveles de innovación son característicos de la región, y la situación se vuelve más compleja cuando se trata de tecnologías disruptivas, pues no hay experiencia de cadenas productivas establecidas, ni de líneas de financiamiento particulares, ni de mercados establecidos”.

Esto hace que, probablemente, la I+D en nanotecnología en América Latina se oriente hacia satisfacer los intereses de las alianzas académicas y científicas con instituciones externas a la región, o con corporaciones multinacionales. Alternativamente, la mayoría de los países de América Latina aún cuenta con sectores productivos en manos del Estado que bien podrían integrarse al desarrollo de las nanotecnologías. Cuentan, además con la posibilidad de llegar directamente a los sectores necesitados, en especial en áreas donde el sector público es monopólico o tiene gran peso, como es el agua potable, la energía, los transportes y la salud.

Para que esto ocurra, las fuerzas sociales preocupadas por ampliar los beneficios sociales de las nanotecnologías, así como por dirigir las hacia la reducción de la pobreza y la inequidad y asegurar su desarrollo responsable, deben fortalecer su papel reivindicatorio de políticas de I+D con tales fines.⁴⁰

Los aspectos éticos, legales, sociales y medioambientales están particularmente implicados en el desarrollo de investigación transdisciplinar en que se sostienen las áreas transversales, y sus posibles impactos deben ser analizados también desde una óptica transdisciplinar.

³⁹ Chiancone, A. Ramiro, Ch. y Garrido Luzardo, L. (2007): Op. Cit.

⁴⁰ Foladori, G. (2010): “Nanotecnologías para el desarrollo en América Latina”, en A. Chiancone y G. Foladori (coords.): *Las Nanotecnologías en Uruguay*, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay, p. 120.

La experiencia en la construcción y aplicación de metodologías para medir el impacto social de la ciencia y la tecnología es escasa, y no existen normas internacionales establecidas para lograr parámetros de comparación. En términos generales, la tendencia es considerar el impacto social como simplemente producido a partir del impacto económico, aunque ésta sería sólo una de las aristas de interés en la medición de un tema de la complejidad de las áreas transversales.⁴¹

⁴¹ Fernández Polcuch, E.: "La medición del impacto social de la ciencia y tecnología", disponible en: <http://www.ricyt.org/interior/biblioteca/docs/polcuch.pdf>.