

PLATAFORMA NANOPYMES

**“TALLER DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA PARA
LA PLATAFORMA DE MICRO Y NANOTECNOLOGÍA
ARGENTINA”**

Documento de trabajo

Introducción

Estamos transitando el inicio de una nueva era global con ramificaciones en la composición geopolítica internacional, las relaciones socio-económicas al interior de cada país, y el ambiente que nos rodea. Este escenario inédito que se abre, demanda cambios en el marco institucional –tanto en las normas y leyes explícitas, como de las implícitas-, las conductas de los distintos agentes –desde el ciudadano común, hasta los gobiernos, pasando por las empresas y demás organizaciones sociales- y plantea nuevas necesidades por el desarrollo de conocimientos que se sustancien en soluciones –lo que derivará, indefectiblemente, en nuevas tecnologías-.

Entre las nuevas tecnologías de base científica, las micro y nanotecnologías (MNT) vienen desempeñando un papel central en términos del impacto creciente que, de manera directa o indirecta, están teniendo en diferentes áreas de la industria. Por esta razón son incorporadas como área prioritaria en la mayoría de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación. Es en el marco de dichas circunstancias que se plantea la posibilidad de establecer una plataforma nanotecnológica que contribuya a dar respuestas novedosas a los problemas y necesidades que vayan surgiendo. Varios países alrededor del mundo ya han previsto el desafío y asumido la necesidad de desarrollar iniciativas en este sentido.

Así es que, en las páginas que siguen, se plantean de una manera muy breve las principales características y desafíos que moldean la nueva era que comienza; luego se repasa rápidamente algunas iniciativas nacionales y regionales para promocionar la nanotecnología (EEUU, China y la Unión Europea, los tres principales inversores y generadores de conocimiento en la materia, más India –un país que escala rápidamente posiciones- y Brasil, nuestro vecino más cercano y mayor inversor de la región en materia de I+D); para, finalmente, hacer una breve descripción de la nanotecnología en Argentina, sobre la base de los principales resultados obtenidos de un relevamiento realizado en el marco de la iniciativa Plataforma Nanopymes del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

1. Una nueva era

Un conjunto de factores están determinando un nuevo escenario global. Ya no son solamente nuevas condiciones geopolíticas en el marco de un mundo multipolar lo que pre-anuncia un nuevo porvenir, sino un conjunto de mega-tendencias –nuevas reglas y formas de producción y comercio a nivel global, cambios demográficos, nuevos modos de acceso y participación

ciudadana, reordenamiento territoriales, demanda por recursos naturales, cambio climático y modificaciones ambientales- que impactarán en la humanidad en su conjunto y en cada individuo en particular¹.

En más de un sentido, varias razones permiten vislumbrar un mundo distinto en poco tiempo, incluso en aspectos más permanentes que cambiaran las condiciones de entornos y adaptación para los seres vivos²; ello derivará en un cambio de política, forma de vida y conducta hacia una estrategia de sustentabilidad para garantizar el futuro. Los principales desafíos que se avecinan se pueden identificar como:

a) La presión poblacional e incremento de la demanda alimenticia.

Las diversas proyecciones sobre el crecimiento demográfico señalan que, para el año 2030, la población mundial alcanzará los 9 mil millones de personas con un mayor ingreso medio mundial per cápita. Es decir, no solo más población, sino con mayor poder adquisitivo, lo cual se asocia, consecuentemente, con un aumento de la demanda alimenticia (Gerland *et al.*, 2014). Para responder a ello, la FAO prevé que el 90% del crecimiento de la producción mundial de granos provendrá de una mayor productividad y solo el 10% será producto de la expansión de la frontera agrícola (Fisher y Shah, 2010). Algunos estudios señalan que para el 2050 América Latina liderará la producción de cereales del mundo (van der Mensbrugghe *et al.*, 2009).

También cambiará la composición de la demanda alimenticia. Junto al desplazamiento de grandes capas poblacionales de bajos ingresos hacia estamentos medios, ya se verifica una creciente urbanización, especialmente en las grandes economías en proceso de acelerado desarrollo (van der Mensbrugghe *et al.*, 2009). Como consecuencia, se demandarán más alimentos semielaborados y/o terminados para una clase media asalariada con tiempo escaso para cocinar e ingreso creciente para consumir; la composición del comercio internacional ya lo refleja a través de la menor relevancia de los granos y otras materias primas a favor de los alimentos y bioenergía. A ello se suma la creciente sofisticación de

¹ En "Future State 2030: The Global megatrends shaping governments", KPMG International realiza un análisis prospectivo del futuro, que remarca la existencia de 9 megatendencias que modificarán las relaciones sociales y de gobierno tal cual las conocemos hoy en día. En principio, las aglutina de a tres según su efecto sobre los individuos –el crecimiento demográfico, una revalorización y ascenso del individuo en la sociedad a partir de mayores accesos a salud, educación y tecnologías, y el conjunto de tecnologías habilitantes que, de la mano de las TIC, abren nuevas oportunidades-, el ambiente –cambio climático, la urbanización creciente y la creciente presión sobre los recursos- y la economía global –el crecimiento de la deuda pública, las presiones económicas de las nuevas clases medias emergentes, y la interconexión.

² Recientes estudios interdisciplinarios señalan una serie de umbrales planetarios resumidos en 9 variables (que van desde cambio climático, capa de ozono y acidificación oceánica, a biodiversidad y uso de agua dulce) que mantuvieron valores dentro de ciertos parámetros durante más de 11.000 años. Hoy, las mismas están arrojando valores que marcan el fin de ese equilibrio, y con ello el fin del período holocénico, marcando el ingreso a un nuevo período planetario. La pregunta es cómo sobrevivirá la humanidad esta nueva era. Steffen, et al. (2015).

las clases medias urbanas en países desarrollados que demandan productos con atributos específicos—orgánicos, alimentos funcionales³ y nutracéuticos⁴-. Nuevamente, una señal a futuro, para las economías latinoamericanas.

b) La oferta energética.

Las matrices energéticas actuales descansan preponderantemente sobre recursos fósiles - gas y petróleo-, que son utilizados como fuente de energía y/o materia prima para la industria petroquímica (y sus derivados industriales: los materiales sintéticos); más allá de los desarrollos recientes del *shale oil* y *shale gas* (acotados por el momento al mercado interno americano), se cuenta con diversos estudios que alertan sobre el agotamiento de estas fuentes de energía⁵.

Existen distintas posibilidades técnicas de reemplazo: desde los desarrollos nucleares e hidroeléctricos a los recientes **biocombustibles** de origen vegetal, sin olvidar a la energía eólica, solar y otras fuentes renovables.

Un conjunto amplio de países ha impulsado legislaciones para el uso masivo de biocombustibles –mezcla de gasolina con etanol o de diesel con biodiesel-⁶ que introducen una cuantiosa demanda adicional y/o complementaria sobre la producción de cereales y oleaginosas. El tema abre múltiples interrogantes: i) la compatibilidad plena de uso de estos combustibles por parte del *stock* actual de los motores; ii) el balance energético real de las diversas vías de obtención de biocombustibles; iii) la complementariedad y/o sustitución entre alimentos y biocombustibles; iv) la magnitud de la demanda de biocombustibles respecto de las posibilidades de abastecimiento masivo por vías renovables.

Algunos países latinoamericanos tienen fuerte presencia productora y exportadora de biocombustibles: Brasil con los programas de *alcofnas*; Argentina controlando poco más del 50% de las exportaciones mundiales de biodiesel y Uruguay buscando mitigar su déficit energético.

³ Alimentos o similares ingeridos en dieta regular y que contienen beneficios fisiológicos o contribuyen a reducir el riesgo de ciertas enfermedades crónicas (además de funciones nutricionales).

⁴ Productos aislados y purificados con base en algún alimento que se venden en forma médica, debiendo poseer probados beneficios fisiológicos o proveer protección contra alguna enfermedad crónica. Pueden obtenerse también en base a plantas no comestibles –como las algas-.

⁵ Ver www.bloomberg.com/news/articles/2015-04-14/fossil-fuels-just-lost-the-race-against-renewables

⁶ Una segunda oleada de biocombustibles derivados del uso de biomasa (especialmente ligninas contenidos en rastrojos u otros semiproductos), de incipiente desarrollo, también presiona sobre la agricultura; adicionalmente, la tradicional actividad forestal ahora no sólo es proveedora de madera sino además de biomasa para reactores químicos y/o para usinas térmicas de alta eficiencia.

Sumado a ello, la biomasa⁷ comienza a utilizarse como materia prima para la producción de plásticos biodegradables: nace la “química verde” y los bioreactores⁸ en reemplazo de los recursos fósiles. Monómeros y polímeros provienen ahora de la descomposición de fibras vegetales y/o grasas animales.

c) El cambio climático y la contaminación.

El desarrollo productivo del último siglo acentuó el impacto sobre el ambiente. Sus manifestaciones son múltiples: i) desmontes indiscriminados, contaminación de aguas y degradación de suelos; ii) mayor variabilidad y presencia de catástrofes naturales; iii) deterioro creciente de la capa de ozono; iv) calentamiento global. A ello se suma otro “desequilibrio”: la no degradabilidad a escala temporal humana de una amplia gama de productos derivados de la petroquímica. En términos sencillos, los “plásticos” y otros similares -de uso masivo- no solo alteran el equilibrio ecológico a través del consumo de recursos naturales no renovables (petróleo y gas) sino que además derivan en basura con impactos negativos sobre el ambiente (terrestre y marítimo) (Castells i Boliart, 2010; Weng y Huimin, 2009; Europa Bio, 2010). Este es el otro sustento a los esfuerzos por desarrollar la “química verde”.

Entre otras cosas producto del crecimiento demográfico, existen sobre el medio ambiente y los recursos naturales dos tipos de tensiones: aquellas provenientes de mayores requerimientos alimenticios y energéticos, y otras asociadas con desequilibrios del modelo de producción intensivo en recursos no renovables. Ambas confluyen en una presión generalizada sobre las producciones biológicas renovables, que comienzan a ser consideradas materias primas de múltiples aplicaciones industriales, modificando incluso el tradicional perfil agrícola⁹; en ese contexto interesa tanto la escasez de determinados recursos (tierra cultivable, agua) como el control de una amplia variedad de seres vivos (plantas, animales, enzimas, hongos, bacterias, etc.) que operan como transformadores industriales y/o captadores de energía libre.

Por otro lado, al avanzar las exigencias por pensar un nuevo modo de aprovechamiento más eficiente de la biomasa, aparece un amplio espacio por la aplicación y desarrollo de nuevo conocimiento y tecnologías. En este sentido, de pueden mencionar dos plataformas

⁷ Biomasa, es definida por la Unión Europea como todo material biológico (agrícola, forestal o animal), virgen o residual, como producto, o como insumo.

⁸ Plantas ó animales modificados genéticamente que sobre-producen determinadas moléculas (obtenidas previamente por síntesis química).

⁹ La tendencia es hacia un mayor control de las variables aleatorias del proceso (climas, suelos, genética, malezas), para reducir incertidumbre, hacer más eficiente el proceso y agregar valor potenciando rasgos específicos en la materia prima (contenidos de almidón, proteína, terneza, pulpabilidad, etc.). (Viaggi *et al.*, 2012, pp. 5-7)

tecnológicas como las de mayor impacto para el desarrollo de la Bioeconomía: la biotecnología y la nanotecnología (en este caso en particular, sería la aplicación de la primera a escala nano, por lo que se puede hablar exclusivamente de la primera sin por ello desentenderse de la segunda). Evidentemente sería muy difícil poder imaginar el desarrollo de estas plataformas sin todos los avances y herramientas que aportan las TICs, ya que hace falta el manejo de amplias bases de datos para poder desarrollar la investigación biotecnológica.

Complementariamente, los cambios de conducta –tanto a nivel social como individual– obligados por el escenario descrito, derivaran en otro amplio conjunto de demandas por soluciones novedosas –por ejemplo, mejor conservación de los materiales, menor desgaste en el uso, menores generaciones de residuos, mayor capacidad de procesamiento, etc.– que recaerán, principalmente, sobre la nanotecnología.

2. La Planificación Estratégica en Nanotecnología en el Mundo: algunos casos

Las nanociencias y nanotecnologías son el primer caso histórico en el que una tecnología, en su infancia se aborda con programas de largo plazo, de gran escala y alto financiamiento en más de 60 países (von Schomberg, 2015). En 2008, a nivel mundial, el gasto público en I+D en nanotecnología superó los 8.000 millones de dólares (Shapira y Wang, 2010).

Los principales países industrializados y muchos países emergentes han establecido instituciones y programas de investigación y tecnología dedicados a apoyar la nanociencia y la nanotecnología. Además del apoyo a la investigación, los programas apoyan la comercialización del conocimiento por parte del sector privado. Esto ha sido impulsado por las preocupaciones sobre la competitividad nacional en el contexto de expectativas difundidas y articuladas sobre la nanotecnología, la cual es vista como una tecnología revolucionaria con un enorme potencial para generar crecimiento económico. La medida en que tales expectativas son realistas, en qué plazo de tiempo y en qué áreas de aplicación es difícil de evaluar y determinar. Existe un conjunto de incertidumbres sobre las futuras trayectorias de desarrollo y posibilidades de la nanotecnología en diferentes sectores industriales. La mayoría de las aplicaciones actuales de la nanotecnología son de carácter evolutivo, ofrecen mejoras incrementales a los productos existentes y los beneficios económicos en general son más bien modestos.

La totalidad de los programas de apoyo destacan el desarrollo económico y los criterios de competitividad industrial aunque varían en cuanto a dónde y cómo intervienen a lo largo del espectro de la investigación básica en las universidades y el desarrollo de investigación y

tecnología aplicada en empresas. En la mayor parte de los programas se observa un cambio de enfoque desde la financiación de la investigación básica hacia una mayor atención a la investigación pre-competitiva estratégica, ya sea definida por las percepciones de los actores industriales de sus necesidades de tecnología o por retos sociales más amplios y oportunidades económicas. Además, en la mayoría de los casos, la política se ha vuelto más preocupada por crear y permitir vínculos entre investigación en el sector público y los procesos de innovación tecnológica en el sector privado.

2.1. Estados Unidos

La Iniciativa de Nanotecnología Nacional (NNI) es una institución gubernamental de I+D, establecida en 2001, que coordina y establece prioridades para la financiación de la nanociencia y la nanotecnología a través de veinte departamentos federales y agencias independientes, proveyendo una interfaz central con el mundo académico y la industria en el proceso de innovación de la nanotecnología.

2.2. Unión Europea

Las políticas europeas de investigación y tecnológicas datan principalmente de la década de 1980 con el establecimiento de los **Framework Programmes** (Programas Marco), los cuales son mecanismos de financiamiento organizados por la Comisión Europea para apoyar la I+D europea en colaboración. Con el tiempo, el papel de la Comisión Europea en la financiación y el establecimiento de prioridades para las políticas de investigación y tecnología han crecido, con presupuestos de investigación cada vez más grandes, y un enfoque a nivel europeo más estratégico. En 2000, la Comisión puso en marcha el **European Research Area** ("Espacio Europeo de Investigación"), para hacer de Europa "la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo para el año 2010".

Entre las diversas iniciativas para desarrollar el Espacio Europeo de Investigación se encuentran una serie de **European Technology Platforms** (Plataformas Tecnológicas Europeas). Las Plataformas Tecnológicas Europeas (ETP) fueron concebidas como un mecanismo para identificar las prioridades de política a largo plazo en las áreas importantes para el futuro crecimiento económico y la competitividad de Europa, así como un medio para aumentar la cooperación entre la industria, el gobierno y el mundo académico, para asegurar que la investigación derive en productos y procesos comerciales.

Estos programas otorgaron a las empresas industriales líderes en el campo tecnológico en cuestión un papel central en las nuevas plataformas tecnológicas europeas, no sólo como actores clave, sino también en la dirección del proceso. Alrededor de la mitad de los

participantes en las ETP son del sector industrial, otro 40% de universidades e institutos de investigación, y cerca del 10% de los organismos gubernamentales. La actividad principal de cada ETP es el desarrollo de un documento de visión y 'Agenda Estratégica de Investigación', sobre el que la Comisión Europea puede basar sus propios fondos y políticas propuestas. En efecto, las plataformas tecnológicas europeas, lideradas por la industria, formulan sus propias políticas (Moodie, 2010).

Desde el 2013, se establecieron 36 ETP, que cubren una amplia gama de sectores de tecnología, junto con dos iniciativas ETP cruzadas. Los que se dedican exclusivamente a nanotecnología son: **European Technology Platform for Nanoelectronics (ENIAC)**, **European Technology Platform on Nanomedicine** y en iniciativas cruzadas: **Nanofutures**. Asimismo, muchas otras incluyen a la nanotecnología como componentes muy importantes de sus actividades de I+D.

Por su parte, el principal objetivo de los **Programas Marco** ha sido apoyar proyectos de I+D precompetitivo con el fin de mejorar la competitividad industrial. Desde 1984, se han realizado ocho programas marco. Los presupuestos han ido aumentando notablemente, de €3.75, €5,4 y €6,6 mil millones para los primeros tres programas (5 años de duración), a entre €13 y €17 mil millones en el cuarto, quinto y sexto programas (1994-1998; 1998-2002 y 2002-2006), Framework 7, que se desarrolló de 2007 a 2013, tuvo un presupuesto de €50 mil millones. El programa marco más reciente, el octavo, conocido como **Horizonte 2020**, se extenderá desde 2014 hasta 2020, y tiene un presupuesto estimado de €80 mil millones, por lo que es el mayor presupuesto administrado directamente por la Comisión Europea.

Los proyectos de investigación y tecnología que involucran nanotecnología han sido financiados en los Programas Marco europeos desde mediados de 1990, pero la nanotecnología no aparece como una prioridad de investigación hasta el FP 6 (2002-2007). La preocupación de que Europa no podría mantener su competitividad a nivel global sin una investigación en nanotecnología coordinada y mejor enfocada, junto con el énfasis en la FP 6 en la mejora de la innovación industrial, fueron dos factores que ayudaron a crear el apoyo político a las políticas y programas de investigación en nanotecnología (Pandza et al., 2011).

En la preparación del **Programa Horizonte 2020**, la Comisión Europea define la nanotecnología y micro / nano electrónica como dos de las seis tecnologías facilitadoras claves (key enabling technologies), las cuales son intensivas en conocimiento, asociadas con alta intensidad de I+D, ciclos de innovación rápida, alto gasto de capital y empleos calificados (European Commission, 2012). La Comisión alegó que la comercialización del considerable gasto europeo en

investigación en nanotecnologías resulta difícil y señaló que la inversión privada en I+D asciende a sólo US\$ 1,7 billones en Europa en comparación con US\$ 2,7 en los EE.UU. y US\$ 2,8 mil millones en Asia y que las patentes de nanotecnología de la Unión Europea están muy por detrás de las de los Estados Unidos. La Comisión ha destinado 6.600 millones de euros en capacidades industriales para las tecnologías facilitadoras claves durante el Horizonte 2020 (European Commission, 2012).

2.3. China

El apoyo estratégico de China para la I+D en nanotecnología data de 2000, tras el establecimiento de un Comité Directivo Nacional de Nanociencia y Nanotecnología para supervisar las políticas nacionales y coordinar la acción en nanociencia y nanotecnología. La Estrategia Nacional de Nanotecnología para el Desarrollo (2001-2010) señaló la importancia de la nanociencia básica y la comercialización de nanotecnologías derivadas de I+D, así como la necesidad de personal competente. Priorizó campos seleccionados de la nanotecnología y abogó por la creación de centros de I+D. En 2006, se publicó el Plan de Mediano y Largo Plazo Medio para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología de China (2006-2020) donde la nanotecnología es uno de los 4 programas de "Megaciencia" para financiación e investigación.

2.4. India

La India estableció una Iniciativa Nano de Ciencia y Tecnología en 2001, basada en las expectativas sobre el potencial de desarrollo económico de la tecnología (Ramani et al., 2011). El objetivo era tanto desarrollar capacidades científicas como nuevos productos. Una nueva iniciativa más grande llamada "Misión Nano" fue lanzada en 2007, la cual ocupa principalmente del desarrollo de la tecnología a través de la financiación específica de las instalaciones de investigación básica y recursos humanos, y mediante la creación de alianzas estratégicas entre los institutos de investigación y la industria (Ramani, 2011). Se destacan cuatro tipos de estrategias: 1) financiación de proyectos específicos de investigación; 2) nuevas unidades de investigación; 3) capacidades de construcción de recursos humanos; y 4) inicio de la colaboración público-privada.

2.5. Brasil

Brasil estableció una iniciativa nacional de nanotecnología en 2004 y definió a la nanotecnología como una de las once áreas estratégicas para inversión pública, al considerar a la nanotecnología como crítica para la competitividad internacional de la industria. La iniciativa tiene como objetivos: i) apoyar la I+D dentro de los Laboratorios Nacionales de Nanotecnología (SisNANO) ii) abrir los laboratorios a los usuarios de la academia y la empresa, promoviendo la

interacción y la transferencia de conocimiento (O'Rourke y Morrison, 2012). El Plan de Acción del Ministerio de Ciencia y Tecnología para 2007-2010 priorizó los sectores de alimentos, biotecnología, electro-electrónica, aeroespacial, textiles, metales-mecánica y energía dentro del desarrollo de la iniciativa nacional de la nanotecnología (Kay et al., 2009).

3. Micro y nanotecnologías en Argentina: Actores, entidades, transferencia y productos con potencial de mercado

A continuación se presenta una síntesis del estudio llevado adelante por el Centro REDES, a pedido de la Plataforma Nanopymes del MINCYT. El estudio consistió en la realización de un análisis de diagnóstico, caracterización y valoración de las capacidades en MNT existentes en la actualidad en Argentina y sus aplicaciones en sectores clave para el desarrollo productivo del país, tales como la industria metalmecánica, la de agroalimentos, la salud y la electrónica.

El trabajo realizado incluyó el relevamiento e identificación de actores del campo de las MNT, a saber: laboratorios, centros de excelencia, grupos de I+D, redes, nodos y plataformas, empresas y demás agentes vinculados al sector en el país. Se obtuvo información sobre las capacidades relevadas y la identificación y ponderación de las entidades implicadas en la promoción de las MNT. Esto último incluyó las oficinas de transferencia y los flujos de información sobre MNT, sí como también la identificación de productos dinámicos de fabricación nacional con aplicación MNT y potencial de inserción en el mercado en el corto y mediano plazo.

Las evidencias obtenidas a lo largo del trabajo indican que si bien desde entrada la década de 2000 las MNT en el país son un campo en rápida expansión, se trata de un sector de desarrollo incipiente que aún conforma un universo pequeño en términos relativos. El relevamiento de agentes mostró que existe un total de 107 grupos de I+D trabajando en este campo y 50 empresas; asimismo, se detectaron 17 agentes entre incubadoras, polos y parques tecnológicos, nodos y redes. Por otro lado, al universo relativamente pequeño del sector se añade el hecho de que la distribución geográfica de los agentes es despareja: se registra una fuerte concentración en CABA y en la provincia de Buenos Aires. Por ejemplo, en el caso de los centros de excelencia, los dos distritos mencionados agrupan un 68% del total de agentes, seguidos por las provincias de Córdoba y de Santa Fe. Sin embargo, a pesar de conformar un sector todavía pequeño, es posible juzgar a través de los resultados tangibles que la I+D ha crecido sostenida en los últimos años. En particular, se han consolidado algunos grupos de investigación en el campo de las MNT y ha aumentado su inclusión en redes de colaboración académicas informales.

Otras de las preocupaciones que fueron relevadas en el marco de las entrevistas están relacionadas con la complejidad de las instancias burocráticas que deben ser atravesadas para la presentación y ejecución de proyectos. Se observó que este factor afecta tanto a los grupos de I+D como a las empresas, en particular las PYMES, pero que es también reconocido como un obstáculo por parte de los parques tecnológicos. Relacionado con este punto, apareció con frecuencia por parte de los grupos públicos de I+D una demanda con respecto a la carencia de Personal de Apoyo Técnico y Personal Administrativo.

Otro de los resultados obtenidos a partir del análisis de las entrevistas está relacionado con el acceso a equipamiento; este aspecto es visto como un factor crítico para el desarrollo de la I+D. Es importante remarcar también que se registraron opiniones de conformidad con el equipamiento disponible gracias a la inversión realizada a partir de instrumentos públicos de promoción científico-tecnológica en los últimos años.

En cuanto a la percepción de los vínculos entre el sistema científico y el sector empresarial, los resultados del estudio demuestran que la misma varía sensiblemente entre los distintos tipos de actores. Si bien en algunos de los centros de I+D se destacan casos exitosos, otros sostienen que existen fuertes dificultades para la vinculación. En el caso de las empresas y los responsables de los parques tecnológicos se señala recurrentemente la falta de vínculos entre los sectores.

En relación con el desarrollo de tecnología y la vinculación con el sector productivo es recurrente la mención de conflictos con los mecanismos de evaluación imperantes. Si subraya que si bien desde el discurso se destaca la importancia de este tipo de actividades, en la práctica continúa realizándose la evaluación por producción de publicaciones en revistas indexadas creando un grave conflicto de incentivos. Por otro lado, al analizar las observaciones sobre el tema de la cultura emprendedora en el ámbito académico, se desprende de ellas la percepción de que existe una lógica dual: por un lado, se promueve que los investigadores sean a la vez emprendedores; por otro lado, en algunas instituciones existe una estigmatización de la apropiación privada del conocimiento generado en el ámbito público. En ocasiones, en particular sobre la experiencia de los parques tecnológicos e incubadoras, se menciona la necesidad de desarrollar activamente el emprendedorismo tendiente a la vinculación en el ámbito académico.

En cuanto a la promoción de las MNT por entidades específicamente diseñadas a tal fin, los resultados del estudio muestran que la creación de la FAN en 2007 constituyó un importante hito para el desarrollo de estas tecnologías en el país. En las iniciativas emprendidas por el MINCyT, la vinculación entre sector público y privado tiene un papel

preponderante en la medida en que las nanotecnologías tienen un fuerte potencial para el desarrollo del sector industrial.

Los centros de excelencia y las universidades analizados han desarrollado efectivos canales de información que permiten difundir al sector productivo y social, los servicios y productos que se generan. Se ha mostrado que la firma conjunta de artículos científicos ha experimentado un significativo incremento en el campo de las MNT entre 2000 y 2011. Esto mismo es expresión de éxito en términos de formación de vinculaciones y redes de colaboración al interior de la comunidad académica. Por otro lado, los sistemas nacionales de grandes instrumentos y bases de datos dan cuenta de las facilidades disponibles; estas capacidades permiten una circulación de información confiable y dinámica al interior del sector académico respecto de disponibilidad de equipamiento y recursos.

Por último, son destacables los resultados obtenidos en relación al análisis de la información que se extrae de las patentes de invención. Si bien el número de patentes registradas internacionalmente bajo titularidad argentina es relativamente bajo, existe un espacio de potencial crecimiento. Mientras que las MNT son un campo en expansión en el país, no se registra un crecimiento importante de las patentes internacionales. En este contexto, se concluye que de mejorarse los mecanismos de apoyo y diseñarse estrategias adecuadas, rápidamente se podrían obtener resultados positivos.

Otra observación en relación al análisis de patentes es la fuerte especialización que existe en tecnologías biomédicas, especialmente aquellas con mayor potencial de penetración en los mercados internacionales. Esto responde a la acumulación exitosa de capacidades en el país en estos temas, que pueden servir de modelo para la diversificación de la investigación en MNT. Surge también de este análisis, el tema de los altos costos para desarrollos futuros, se destaca en este sentido la necesidad de asociación con agentes importantes de la industria, para lograr la llegada al mercado de productos con éxito potencial. Por último, se destaca que, en general, las patentes registradas por argentinos cuentan con una amplia cobertura geográfica pero que la validez restante, promedio, de los documentos es de diez años, tiempo que puede ser breve en el caso de desarrollos que requieren estudios específicos para llegar al mercado.